

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecatrónico*

PROYECTO TÉCNICO:

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA
EMPRESA DE CALZADO LUIS CARLOS”**

AUTORES:

LUIS MIGUEL SÁNCHEZ CHIRIBOGA

PAÚL ANDRÉS TELLO MORALES

TUTOR:

ING. CRISTIAN LEONARDO GARCÍA GARCÍA, Ph.D.

CUENCA - ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Luis Miguel Sánchez Chiriboga con documento de identificación N° 1105597106 y Paúl Andrés Tello Morales con documento de identificación N° 1401220395, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA DE CALZADO LUIS CARLOS”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecatrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.



Luis Miguel Sánchez Chiriboga

C.I. 1105597106



Paúl Andrés Tello Morales

C.I. 1401220395

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA DE CALZADO LUIS CARLOS**”, realizado por Luis Miguel Sánchez Chiriboga y Paúl Andrés Tello Morales, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.



Ing. Cristian Leonardo García García, Ph.D.

C.I. 0103898318

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Luis Miguel Sánchez Chiriboga con documento de identificación N° 1105597106 y Paúl Andrés Tello Morales con documento de identificación N° 1401220395, autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA DE CALZADO LUIS CARLOS”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre de 2021.

Luis Miguel Sánchez Chiriboga

C.I. 1105597106

Paúl Andrés Tello Morales

C.I. 1401220395

Dedicatoria

Haber llegado a este punto de mi vida no habría sido posible sin la ayuda de aquellos que estuvieron siempre conmigo, por eso dedico este documento a Dios por ser la luz que guía mi camino, mi familia especialmente mis padres por el apoyo y cariño incondicional que me brindan cada día, a mis hermanos por el amor y sabiduría que me regalan con sus enseñanzas.

Paúl Andres Tello Morales.

Agradecimientos

Quiero agradecer de manera especial a mis padres, Humberto y Jaqueline por su sacrificio, trabajo y amor que me han brindado todos estos años, gracias a ustedes llegué hasta aquí. Me siento privilegiado de ser su hijo y cada día los amo más.

A mis hermanas Verónica y Paola por ser aquellas concejeras que me acompañaron y me extendieron la mano para levantarme cada vez que caía.

A mi hermano Beto que me inculcó en este hermoso camino de la ingeniería, sin su sabiduría y conocimiento no podría haber superado cada obstáculo presentado.

A mis abuelitas Manuela y Sara, mujeres que lucharon toda su vida para salir adelante y sobresalir en la vida, les agradeceré eternamente por todo el cariño, amor y paciencia que me brindan cada día.

A mis amigos, compañeros y profesores por brindarme su amistad y enseñarme que a la meta nunca se llega solo, que siempre hay alguien que está ahí para guiarte y ayudarte a superar cada obstáculo.

A los ingenieros Cristian García y Luis López por haber sido constantes y exigentes para que este trabajo pueda ser concluido perfectamente.

A la familia Rivadeneira Rivadeneira, por su gigantesca amistad y porque siempre estuvieron ahí para apoyarme y alentarme para que cumpla mis metas.

Por último quiero agradecer a Jazmín Rivadeneira por acompañarme todos estos años y estar siempre conmigo en los peores y mejores momentos de mi vida, estoy eternamente agradecido contigo por tu amor incondicional y paciencia titánica que me has tenido a lo largo de estos años.

Con mucho amor y cariño, Paúl.

Dedicatoria

Dedico este trabajo que representa el fin de una etapa de mi vida, a mi madre y padre, que a pesar de los errores cometidos nunca dejaron de apoyarme y me guiaron hacia el camino del bien. A mi hermano y hermanas que han sido mi ejemplo a seguir y con quienes comparto la felicidad de nuevos logros, y este hito también les pertenece a todos ellos.

Luis Miguel Sánchez Chiriboga.

Agradecimientos

Primeramente a Dios, por extender su mano y guiarme por el camino correcto, por entregarme salud y vida para lograr los objetivos que me he planteado, gracias por fortalecer mi fe y espíritu, gracias por nunca apartarte de mí.

A mis padres y hermanos, por el apoyo incondicional que me han brindado desde el día en que nací, por su infinito amor y resiliencia en enseñarme el valor de la vida y la familia.

A mis amigos y compañeros que me acompañaron en este camino estudiantil, gracias por enseñarme que antes de competir se debe ayudar para llegar juntos a la meta.

Al Ph.D. Cristian García, tutor del presente trabajo de titulación, por brindar su orientación y experiencia para el desarrollo correcto de este proyecto, además de inculcar en mí el interés por el mantenimiento industrial.

Al Ing. Luis López, por su temple e insistencia en un correcto desarrollo del trabajo de titulación, gracias por su comprensión y apoyo hasta el final.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por acogerme en sus instalaciones y filosofía, educarme y prepararme para una vida profesional y moralmente correcta.

De todo corazón, Gracias.

Resumen

En los últimos años la demanda de productos para la fábrica de calzado Luis Carlos ha aumentado gracias a la inclusión de grandes cadenas comerciales a la lista de sus clientes. Como parte de este crecimiento se ha realizado una inversión para la adquisición de equipos y maquinaria. En este orden de ideas, la empresa ha visto la necesidad de contar con un plan de mantenimiento adaptado a las necesidades reales de la empresa, y cuyos históricos puedan ser gestionados por una herramienta informática que permita almacenar y gestionar información relacionada a las tareas de mantenimiento para obtener indicadores que apoyen a la toma de decisiones oportunas asegurando la continuidad del servicio de los equipos.

Para la realización de este plan de mantenimiento y herramienta informática se realizó una rigurosa investigación sobre las diferentes estrategias de mantenimiento y caracterización de softwares de mantenimiento de tal manera que se pueda llegar a una metodología que sea capaz de adaptarse a las necesidades de la empresa. En conformidad a la problemática presentada se desarrolló una propuesta de plan de mantenimiento para la maquinaria utilizada en la fábrica de calzado Luis Carlos con la finalidad de aumentar la disponibilidad de los activos productivos. Con respecto a la información de la maquinaria, se realizó la respectiva caracterización de cada una de las maquinas que sean de vital importancia en la elaboración del calzado de tal manera que se creó un registro de las especificaciones técnicas. Adicionalmente se elaboró una herramienta informática personalizada que sirve como base de datos de toda la información necesaria para la realización de mantenimiento rutinario y no rutinario de una manera interactiva entre el usuario y el ordenador, facilitando enormemente la recolección de datos y la generación de ordenes de trabajo sobre los activos.

Índice

1. Introducción	1
2. Problema de Estudio	1
2.1 Antecedentes	1
2.2 Importancia y alcances	1
2.3 Delimitación	2
2.3.1 Delimitación geográfica	2
2.3.2 Delimitación temporal	2
2.3.3 Delimitación institucional	4
2.4 Problema general	4
2.5 Problemas específicos	4
3. Objetivos	4
3.1 Objetivo general	4
3.2 Objetivos específicos	4
4. Hipótesis	4
4.1 Hipótesis general	4
4.2 Hipótesis específicas	5
5. Matriz de consistencia lógica	5
6. Marco teórico	7
6.1 Plan de mantenimiento	7
6.2 Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad	7
6.3 Preguntas clave en el RCM	7
6.4 Fases de desarrollo del RCM	8
6.5 Toma de decisiones en el mantenimiento	8
6.6 Herramienta informática aplicada en el mantenimiento	8
6.7 Proceso general de fabricación de calzado	9
6.8 Conceptos y estrategias de mantenimiento	10
6.8.1 Concepto de mantenimiento	10
6.8.2 Parámetros del mantenimiento	10
6.8.2.1 Seguridad	10
6.8.2.2 Disponibilidad	11
6.8.2.3 Confiabilidad	11
6.8.2.4 Mantenibilidad	11
6.8.3 Estrategias de mantenimiento	11
6.8.3.1 Mantenimiento correctivo	11
6.8.3.2 Mantenimiento preventivo	11
6.8.3.3 Mantenimiento predictivo	12
6.8.3.4 Mantenimiento en uso	12
6.9 Caracterización de la maquinaria	12
6.9.1 Concepto de ficha técnica	12
6.9.2 Utilidad de la ficha técnica en mantenimiento	12
6.9.3 Características de una ficha técnica	12
6.10 Matriz de Holmes	12

6.11	Análisis Modal de falla y efecto (AMFE).....	13
6.11.1	Denominación del equipo e identificación.....	13
6.11.2	Modo de fallo.....	13
6.11.3	Efecto del fallo.....	13
6.11.4	Causas del modo de fallo.....	14
6.11.5	Gravedad.....	14
6.11.6	Frecuencia.....	14
6.11.7	Detectabilidad.....	15
6.12	Herramienta informática (GMAO).....	16
6.13	Gestión de mantenimiento asistido por ordenador.....	16
6.13.1	Características de un GMAO.....	17
6.14	Etapas de la introducción del GMAO.....	17
6.14.1	Etapa 1. Decisión de implantar un sistema GMAO.....	18
6.14.2	Etapa 2. Decisión y creación del equipo de implantación.....	18
6.14.3	Etapa 3. Seleccionar o diseñar un programa que se ajuste a nuestras necesidades.	18
6.14.4	Etapa 4. Selección de un escenario de implantación.....	18
6.14.5	Etapa 5. Identificación de necesidad e interacciones con otros departamentos.	18
6.14.6	Etapa 6. Formulación y divulgación.....	18
6.14.7	Etapa 7. Implantación al resto de células productivas.....	18
6.14.8	Etapa 8. Estandarización del sistema y explotación de resultados.....	19
6.14.9	Etapa 9. Consolidación del sistema. Búsqueda de nuevos objetivos.....	19
6.15	Errores al implementar el GMAO.....	19
6.16	Criterios para Seleccionar un software GMAO.....	20
6.16.1	Adquisición de un paquete comercial.....	20
6.16.2	Desarrollo de un sistema propio.....	21
6.17	Diagramas de funcionamiento.....	204
7.	Marco metodológico.....	22
7.1	Recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.....	22
7.1.1	Proceso de fabricación del calzado en la fábrica “Luis Carlos”.....	22
7.1.2	Maquinaria utilizada en la elaboración de calzado.....	23
7.1.3	Caracterización de la maquinaria.....	23
7.1.4	Inventario de la maquinaria.....	23
7.1.5	Caracterización de la maquinaria de la fábrica “Luis Carlos”.....	23
7.2	Crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad.	24
7.2.1	Análisis de la situación actual de la empresa.....	24
7.2.2	Recolección de datos.....	25
7.2.2.1	Historial de actividades de mantenimiento.....	25
7.2.2.2	Historial de repuestos adquiridos.....	25
7.2.2.3	Historial de mantenimientos realizados en la maquinaria.....	25
7.2.2.4	Historial de fallos.....	25
7.2.3	Creación del plan de mantenimiento adecuado.....	25
7.2.3.1	Codificación de la maquinaria.....	25

7.2.3.2	Análisis de criticidad.....	26
7.2.3.3	Matriz de priorización de Holmes.....	26
7.2.3.4	Selección de los equipos más críticos.....	28
7.2.3.5	Análisis de los equipos críticos.....	28
7.2.3.6	Acción correctiva.....	28
7.2.3.7	Codificación de las actividades de mantenimiento.....	28
7.2.3.8	Cronograma de actividades.....	28
7.3	Desarrollar una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad.....	28
7.3.1	Selección del lenguaje de programación para la herramienta GMAO.....	28
7.3.2	Análisis bibliográfico de los sistemas GMAO.....	29
7.3.3	Identificación del sistema GMAO a implementar.....	29
7.3.4	Programación de la herramienta informática GMAO.....	29
8.	Resultados.....	29
8.1	Resultados de la recopilación de información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.....	29
8.1.1	Proceso de elaboración de zapatos en la fábrica “Luis Carlos”.....	29
8.1.1.1	Troquelado y Corte.....	29
8.1.1.2	Aparado.....	30
8.1.1.3	Armado.....	30
8.1.1.4	Engomado y montaje.....	30
8.1.1.5	Terminado.....	30
8.1.2	Maquinaria utilizada por la fábrica “Luis Carlos”.....	30
8.1.2.1	Maquinaria utilizada en el área de troquelado y corte.....	30
8.1.2.2	Maquinaria utilizada en el área de Aparado.....	31
8.1.2.3	Maquinaria utilizada en el área de Armado.....	32
8.1.2.4	Maquinaria utilizada en el área Terminado.....	35
8.1.1	Inventario de la maquinaria.....	36
8.1.2	Caracterización de la maquinaria de la fábrica “Luis Carlos”.....	37
8.2	Resultados de crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad.....	41
8.2.1	Recolección de datos.....	41
8.2.1.1	Historial de actividades de mantenimiento.....	41
8.2.1.2	Historial de repuestos adquiridos.....	41
8.2.1.3	Historial de mantenimientos realizados en la maquinaria.....	42
8.2.1.4	Historial de fallos.....	42
8.2.1.5	Codificación de la maquinaria.....	42
8.2.1.1	Análisis de criticidad.....	43
8.2.1.2	Matriz de priorización de Holmes.....	43
8.2.1.3	Selección de los equipos más críticos.....	45
8.2.1.4	Análisis de los equipos críticos.....	45
8.2.1.5	Codificación de las actividades de mantenimiento.....	46
8.2.1.6	Cronograma de actividades.....	52
8.2.1.7	Distribución de las actividades para cada día del año.....	53

8.3 Resultados del desarrollo de una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad.....	54
8.3.1 Desarrollo de la herramienta GMAO para la empresa Luis Carlos	54
8.3.1.1 Interfaz general de la herramienta GMAO.....	54
8.3.1.2 Módulo de Gestión de Activos Físicos	55
8.3.1.3 Módulo de Administración de Inventarios	56
8.3.1.4 Módulo de Gestión de Actividades	58
8.3.1.5 Módulo de Administración de Personal.....	59
8.3.1.6 Módulo de Administración de Mantenimiento	60
9. Conclusiones.....	63
10. Recomendaciones	64
11. Referencias bibliográficas.....	64
12. Anexos	66
12.1 Anexo 1: Fichas Técnicas.....	66
12.2 Anexo 2: Resultados de las encuestas.	71
12.3 Anexo 3: Distribución detallada de las actividades de mantenimiento.....	78
12.4 Anexo 4: Distribución de actividades para el año 2022.	84

Lista de Tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades.....	3
Tabla 2 Matriz de consistencia lógica.	6
Tabla 3 Fases de desarrollo del RCM.	8
Tabla 4 Ejemplo de una matriz de Holmes	13
Tabla 5 Clasificación de la gravedad del modo de fallo.	14
Tabla 6 Clasificación de la frecuencia de ocurrencia de las causas de fallo.	15
Tabla 7 Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.....	16
Tabla 8 Etapa de implantación de la herramienta GMAO.	17
Tabla 9 Errores comunes en los GMAO.	19
Tabla 10 Plantilla de la matriz de priorización de Holmes.....	27
Tabla 11 Inventario de la maquinaria utilizada en la fábrica.....	37
Tabla 12 Codificación de la maquinaria.	43
Tabla 13 Matriz de Holmes	44
Tabla 14 AMFE para la máquina armadora de puntas.....	45
Tabla 15 AMFE para la máquina armadora de talones.....	45
Tabla 16 AMFE para la máquina conformadora de talones.	46
Tabla 17 AMFE para la máquina de coser de doble aguja.	46
Tabla 18 Codificación y asignación de las actividades de mantenimiento.	46
Tabla 19 Distribución de las actividades.	52
Tabla 20 Distribución detallada de las actividades de mantenimiento.....	78

Lista de Figuras

Figura 1	Página WEB de descarga de documentación de un fabricante.	9
Figura 2	Módulos de un GMAO.....	17
Figura 3	Criterios a considerar para la elección de un paquete comercial.....	21
Figura 4	Criterios a considerar para seleccionar un sistema propio.....	21
Figura 5	Simbología estándar de diagramas de funcionamiento.	22
Figura 6	Plantilla de ficha técnica de la fábrica de calzado "Luis Carlos"	24
Figura 7	Formato para la codificación de maquinaria.	25
Figura 8	Formato para la codificación de actividades.....	28
Figura 9	Troqueladora.....	31
Figura 10	Máquina de coser de doble aguja.	31
Figura 11	Máquina de coser de una aguja.	31
Figura 12	Remachadora.	32
Figura 13	Conformadora de talones.	32
Figura 14	Conformadora de puntas.	33
Figura 15	Reactivador de puntas.	33
Figura 16	Armadora de puntas.	34
Figura 17	Reactivador de talones.....	34
Figura 18	Armadora de talones.....	34
Figura 19	Motor pulidor de doble absorción.	35
Figura 20	Reactivador de suelas y cortes.....	35
Figura 21	Prensa "Boca de sapo".	35
Figura 22	Engomadora de plantillas.....	36
Figura 23	Prensa térmica.	36
Figura 24	Ficha técnica de la máquina de coser de doble aguja.....	38
Figura 25	Ficha técnica de la máquina conformadora de talones.	39
Figura 26	Ficha técnica de la máquina armadora de puntas.	40
Figura 27	Ficha técnica de la máquina armadora de talones.	41
Figura 28	Distribución de actividades para el mes de marzo del 2022.	53
Figura 29	Interfaz general del GMAO.	54
Figura 30	Diagrama de funcionamiento de la interfaz general.	55
Figura 31	Interfaz de Módulo de gestión de Activos.	56
Figura 32	Ingreso de datos en el módulo de gestión de activos.....	56
Figura 33	Interfaz de Inventario de insumos.	57
Figura 34	Interfaz de registro de entrada, salida y devolución de insumos.	57
Figura 35	Gestión de insumos.....	58
Figura 36	Ingreso de datos en el módulo de gestión de inventario.	58
Figura 37	Interfaz de Gestión de Actividades.	59
Figura 38	Ingreso de datos en el módulo de gestión de actividades.....	59
Figura 39	Interfaz módulo de gestión de Personal.	60
Figura 40	Ingreso de datos en el módulo de gestión de personal.....	60
Figura 41	Interfaz módulo de gestión de mantenimiento.....	61
Figura 42	Submódulo de Orden de trabajo.	62
Figura 43	Mantenimiento Semestral de activos.	62
Figura 44	Diagrama de Pareto concatenado con el submódulo Ordenes de Trabajo.	63
Figura 45	Generación de ordenes de trabajo.	63
Figura 46	Ficha técnica de la máquina conformadora de puntas.....	66

Figura 47 Ficha técnica de la máquina troqueladora.....	67
Figura 48 Ficha técnica de la máquina de coser strobil.....	68
Figura 49 Ficha técnica de la máquina pulidora con absorción independiente.....	69
Figura 50 Ficha técnica de la máquina prensadora térmica.....	69
Figura 51 Ficha técnica de la máquina remachadora.....	70
Figura 52 Ficha técnica de la máquina desbastadora.....	70
Figura 53 Gráfica de resultados de la pregunta 1.....	71
Figura 54 Gráfica de resultados de la pregunta 2.....	72
Figura 55 Gráfica de resultados de la pregunta 3.....	73
Figura 56 Gráfica de resultados de la pregunta 4.....	74
Figura 57 Gráfica de resultados de la pregunta 5.....	75
Figura 58 Gráfica de resultados de la pregunta 6.....	76
Figura 59 Gráfica de resultados de la pregunta 7.....	77
Figura 60 Distribución de actividades para los meses desde enero-marzo.....	85
Figura 61 Distribución de actividades para los meses desde abril-junio.....	86
Figura 62 Distribución de actividades para los meses desde julio-septiembre.....	87
Figura 63 Distribución de actividades para los meses desde octubre-diciembre.....	88

1. Introducción

Desde el auge industrial en el siglo XIX, existe la necesidad del uso de máquinas para mantener una postura competitiva sostenible frente a las demás industrias y junto con ello nace la necesidad de incrementar la vida útil de cada máquina utilizada aplicando mantenimiento, consiguiendo así que la demanda de productos a los que puede satisfacer la empresa no se vea afectada por paros en la maquinaria.

El mantenimiento, aunque se considere una actividad independiente, es de vital importancia dentro de la empresa debido a su objetivo de preservar la vida útil de las máquinas y aumentar su rentabilidad; en instituciones públicas o privadas se suelen utilizar herramientas de gestión de mantenimiento para crear un plan de mantenimiento el mismo que deberá ser realizado de manera óptima.

El avance tecnológico va de la mano con todas las ciencias en donde el mantenimiento se incluye, desarrollando herramientas informáticas que sirven como base de datos para las actividades que se consideren importantes, las mismas que serán de gran utilidad para que la herramienta genere un plan de mantenimiento óptimo para la empresa.

La producción de calzado en la empresa “Luis Carlos” es un proceso que está conformado por una serie de actividades que van desde la obtención de la materia prima (telas o cueros) hasta el proceso de ensamble; entre las distintas actividades se destacan troquelado, forrado, perforado, armado, pulido y control de calidad.

Estas actividades son llevadas a cabo por máquinas que trabajan dependiendo la demanda del consumidor y son expuestas a posibles fallos o averías que causan paros en la producción, por este motivo, este proyecto técnico está enfocado en el plan de mantenimiento en las industrias, continuando con plan de mantenimiento basado en la confiabilidad de las maquinas, luego toma de decisiones frente a las tareas de mantenimiento y por último herramientas informáticas para el mantenimiento.

2. Problema de Estudio

2.1 Antecedentes

En los últimos años la demanda de productos para la fábrica de calzado “Luis Carlos” ha aumentado gracias a la inclusión de grandes cadenas comerciales a la lista de sus clientes. Como parte de este crecimiento se ha realizado una inversión para la adquisición de equipos y maquinaria. En este orden de ideas, la empresa ha visto la necesidad de contar con un plan de mantenimiento adaptado a las necesidades actuales de la empresa, y cuyos históricos puedan ser gestionados por una herramienta informática que permita almacenar y gestionar información relacionada a las tareas de mantenimiento para obtener indicadores que apoyen a la toma de decisiones oportunas asegurando la continuidad del servicio de los equipos como también el aumento de su eficiencia energética. (Moubray, 2016)

2.2 Importancia y alcances

Este proyecto orientado al mantenimiento es de vital importancia para tipos de empresas que frente a la necesidad han evolucionado de ser artesanales a industriales y aún no cuentan con la información necesaria para elaborar un plan de mantenimiento óptimo para la empresa en general.

Dicho proyecto pretende establecer los lineamientos de un plan de mantenimiento adaptado a las necesidades de quienes conforman la empresa principalmente en las máquinas críticas y crear una herramienta informática que permita un posterior estudio de confiabilidad.

2.3 Delimitación

2.3.1 Delimitación geográfica

Se lo realizará en la ciudad de Ambato, capital de la provincia de Tungurahua en la fábrica de calzado “Luis Carlos”, ubicada en la parroquia Huachi Chico en la calle Bernardo de Legarda.

2.3.2 Delimitación temporal

El Presente trabajo, se realizará en el periodo comprendido entre marzo del 2021 y agosto del 2021 siguiendo las actividades propuestas en la siguiente tabla.

Tabla 1 Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES							
OBJETIVO ESPECÍFICO	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.	-Revisión bibliográfica.	X	-	-	-	-	-
	-Clasificación de la información.	X	-	-	-	-	-
	-Caracterización de la maquinaria.	-	X	-	-	-	-
Crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad.	-Investigar sobre diferentes estrategias de mantenimiento.	-	-	X	-	-	-
	-Analizar situación actual de la empresa.	-	-	X	-	-	-
	-Selección de la estrategia de mantenimiento adecuada.	-	-	-	X	-	-
Desarrollar una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad.	-Registro diario de mantenimiento.	-	-	-	X	-	-
	-Recopilamiento de información en una base de datos.	-	-	-	-	X	-
	-Desarrollar estrategia de mantenimiento seleccionado.	-	-	-	-	-	X

Fuente: Autores.

2.3.3 Delimitación institucional

La empresa de calzado “Luis Carlos” está ubicada en una zona estratégica para fácil acceso de materias primas y de igual manera para sus exportaciones, siendo su ciudad de ubicación una de las más industrializadas en el país.

2.4 Problema general

¿Es posible proponer un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad?

2.5 Problemas específicos

- ¿Se podrá recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad?
- ¿Es posible crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad?
- ¿Es posible crear una base de datos que cuente con la información suficiente para realizar un estudio de análisis de fallas y confiabilidad en sistemas eléctricos y mecánicos?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

- Proponer un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y futuros estudios de confiabilidad.

3.2 Objetivos específicos

- Recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.
- Crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad.
- Desarrollar una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad.

4. Hipótesis

4.1 Hipótesis general

- Proponer un plan de mantenimiento que permitirá tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y futuros estudios de confiabilidad.

4.2 Hipótesis específicas

- Recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento permitirá tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.
- Crear una propuesta de un plan de mantenimiento aumentará la confiabilidad.
- Desarrollar una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento generará futuros estudios de confiabilidad.

5. Matriz de consistencia lógica

Tabla 2 Matriz de consistencia lógica.

MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	MARCO TEÓRICO
¿Es posible proponer un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad?	Proponer un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y futuros estudios de confiabilidad.	Proponer un plan de mantenimiento que permitirá tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y futuros estudios de confiabilidad.	-Confiabilidad -Mantenimiento	-Plan de mantenimiento
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
¿Se podrá recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad?	Recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.	Recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento permitirá tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.	-Confiabilidad -Mantenimiento	-Toma de decisiones
¿Es posible crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad?	Crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad.	Crear una propuesta de un plan de mantenimiento aumentará la confiabilidad.	-Confiabilidad -Mantenimiento	-Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.
¿Es posible crear una base de datos que cuente con la información suficiente para realizar un estudio de análisis de fallas y confiabilidad en sistemas eléctricos y mecánicos?	Desarrollar una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad.	Desarrollar una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad	-Confiabilidad -Mantenimiento	-Herramientas informáticas para mantenimiento

Fuente: Autores.

6. Marco teórico

6.1 Plan de mantenimiento

Actualmente la competencia existente entre las industrias manufactureras ha obligado a los ingenieros y gerentes a optimizar todos los sistemas que existen en sus empresas para suplir la necesidad de exigencia y producción de calidad. El mantenimiento, como sistema, cumple una función clave en los objetivos y resultados de la empresa, ya que, ayuda en la reducción de costos, reducción de tiempo muerto entre las maquinas, mejorar la calidad, incrementa la productividad y aumenta la confiabilidad de la maquinaria con la finalidad de suplir la demanda del consumidor. Adicionalmente, el mantenimiento aporta en el costo del ciclo de vida de los equipos, para alcanzar un tiempo de vida extenso al menor coste posible. (Duffuaa, Raouf & Campbell, 2006)

Para la elaboración de un plan de mantenimiento se debe tener claras una serie de decisiones. La primera decisión es conocer que se pretende al elaborar el plan de mantenimiento, cuáles son sus objetivos. En segundo lugar, hay que reconocer como se medirán estos objetivos, tener claros los valores actuales y los valores que se desea alcanzar. En tercer lugar, se debe considerar el personal disponible en la empresa y que tareas realizarán, además se debe tener claro el conocimiento que tiene el personal con los equipos. Adicionalmente, se debe tomar en cuenta un tipo de estrategia que mejor se adapte al objetivo del plan de mantenimiento. (García, 2012)

Un plan de mantenimiento se selecciona en base a las necesidades específicas de cada empresa, lo importante al momento de escoger un plan de mantenimiento es que este plan siga un lineamiento estratégico de cuarto nivel (nivel táctico). Se debe tener muy en claro los instrumentos y equipos que se cuentan en la empresa además de las decisiones que se puedan tomar. En gran medida, la selección de un plan de mantenimiento parte de la información que se tiene en la fase actual de la empresa, en los equipos más relevantes y líneas de producción. (Mora, 2009)

6.2 Plan de mantenimiento basado en la confiabilidad

Más conocido como RCM (Reliability Centered Maintenance), es un plan de mantenimiento con procesos específicos y estructurados empleado para definir la estrategia de mantenimiento de los equipos en una industria, su objetivo es gestionar los distintos tipos de fallos que pueden existir en los activos físicos. Esta estrategia RCM pone atención tanto en las consecuencias de las fallas como en sus respectivas características técnicas. (Vega, 2009)

6.3 Preguntas clave en el RCM

Como se mencionó anteriormente, la estrategia RCM hace manifiesto en todos los fallos potenciales que puede tener una industria con sus equipos. Según (García, 2012) a lo largo del proceso de esta estrategia se proyectan una seria de dudas clave que deben ser resueltas:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?
2. ¿Cómo falla cada equipo?
3. ¿Cuál es la causa de cada fallo?

4. ¿Qué parámetros monitorizan o alertan de un fallo?
5. ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
6. ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
7. ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?

La respuesta a estas preguntas conlleva a la detección de fallos potenciales, sus causas y las medidas preventivas que deben adoptarse frente a estos fallos. (García, 2012)

6.4 Fases de desarrollo del RCM

El desarrollo cuenta con 10 fases:

Tabla 3 Fases de desarrollo del RCM.

Fase	Descripción
1	Definición clara de lo que se pretende implantando RCM
2	Codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta
3	Estudio detallado del funcionamiento del sistema.
4	Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos
5	Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior
6	Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo
7	Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos
8	Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías
9	Puesta en marcha de las medidas preventivas
10	Evaluación de las medidas adoptadas, mediante la valoración de los indicadores seleccionados en la fase 1

Fuente: (García, 2012)

6.5 Toma de decisiones en el mantenimiento

El desarrollo de un modelo de toma de decisiones se efectúa una vez sean propuestas las medidas sobre los posibles casos de fallo. La propuesta se debe involucrar con los indicadores de gestión de mantenimiento más relevantes. La toma de decisiones deberá cumplir la función del objetivo planteado para la empresa. Para lograr lo mencionado anteriormente se pretende maximizar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad además de la constante optimización de costos. (Rivera, 2015)

El uso de Inteligencia Artificial es muy eficiente para el apoyo de toma de decisiones en los diferentes activos de planta, con la intervención de la IA se facilita al personal de mantenimiento y operación, analizar el objetivo del mantenimiento, evaluar la importancia de la maquinaria y elegir el método de mantenimiento adecuado. (Idrovo & Pugo, 2017)

6.6 Herramienta informática aplicada en el mantenimiento

Más conocida como GMAO (Gestión de mantenimiento Asistido por Ordenador), es utilizada a manera de apoyo en la proyección del plan de mantenimiento en la empresa, cabe recalcar que el mal uso de la herramienta puede significar un obstáculo para la estrategia aplicada en el seguimiento del objetivo del plan de mantenimiento, por ello es necesario conocer la función y objetivos de la herramienta informática. (López & Guamán, 2015)

La implementación del sistema GMAO potenciará el manejo de grandes cantidades de información que se tiene en libros o papel, adicionalmente se obtendrán funciones

programadas que proporcionan información sobre la efectividad que tendrá el mantenimiento como, por ejemplo; tiempos de parada, costes de materiales, costes de personal. (López, 2013)

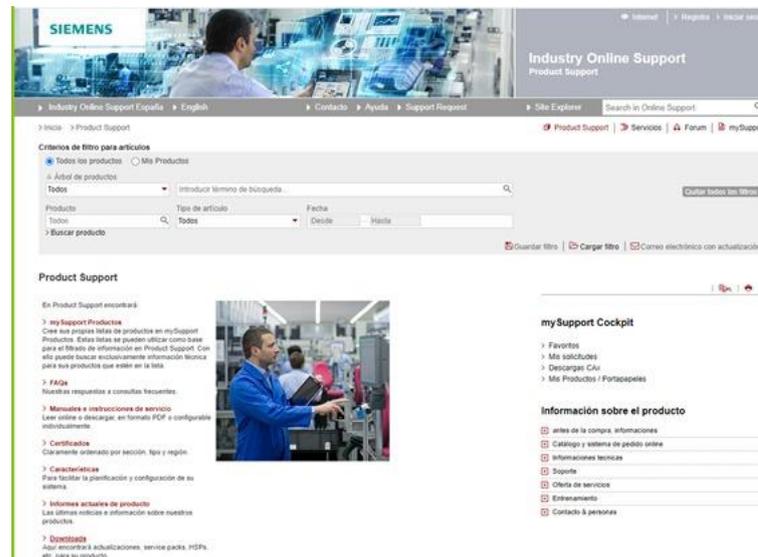


Figura 1 Página WEB de descarga de documentación de un fabricante.

Fuente: (Siemens, 2020)

En esta herramienta informática el usuario tiene acceso a distintos archivos que van desde las características de los distintos equipos hasta soportes, manuales y aprobaciones de los productos.

6.7 Proceso general de fabricación de calzado.

La fabricación del calzado a lo largo de los años no ha tenido un cambio significativo, este se elabora a mano mediante el uso de herramientas o también se lo construye con máquinas.

Para poder elaborar el calzado se sigue un proceso que está constituido por varias etapas las cuales son:

1. Diseño del calzado.

En esta etapa un profesional del diseño de calzado tomando en cuenta tendencias de moda, diseña el producto con los colores y modelos deseados por los clientes.

2. Corte y troquelado.

En esta etapa en el área de troquelado se utiliza maquinaria para realizar cortes precisos mediante la utilización de moldes mientras que en el área de corte se utilizan herramientas manuales para la fabricación de otras partes del calzado.

3. Aparado o costura del calzado.

En esta fase se efectúa la unión de todas las partes del calzado que fueron recortadas de la materia prima en la etapa anterior dando como resultado la parte superior completa del zapato la cual es llamado “corte”.

4. Conformado del calzado.

En esta etapa se coloca un soporte de un material plástico al extremo frontal y trasero del corte de tal manera que una vez conformados estos tengan la forma correcta de un talón y una punta de un zapato.

5. Armado del calzado.

En esta fase se utiliza un molde de un pie llamado horma el cual puede ser de diferente forma o material y es utilizado para colocar el corte sobre él y moldear el calzado de tal manera que el zapato quede correctamente formado junto con su punta y su talón.

6. Engomado de las suelas y el corte.

En esta etapa se elimina material sobrante de la parte inferior del corte y coloca pegamento en la suela que va a llevar el zapato como también en la parte inferior del corte.

7. Montaje.

En esta etapa se activa mediante calor el pegamento colocado en la fase anterior de tal manera que un operador o una maquina junte la suela con el corte de forma precisa y el zapato quede elaborado completamente.

8. Terminado y empacado.

En esta fase el zapato una vez sea completamente construido, se colocan los pasadores, plantillas y se eliminan cualquier tipo de material sobrante que haya quedado de las anteriores etapas. Una vez terminada esta fase se procede a empaquetar el producto final.

6.8 Conceptos y estrategias de mantenimiento.

6.8.1 Concepto de mantenimiento.

El mantenimiento es un conjunto de acciones orientadas a la corrección de fallas he irregularidades encontradas en los equipos las cuales se presentan en un tiempo determinado y esto se realiza con el fin de buscar que los equipos sean lo más posiblemente seguros y eficientes.

6.8.2 Parámetros del mantenimiento.

Los parámetros de mantenimiento se entienden como cantidades que se pueden limitar a un valor particular los cuales pueden ser un historial que describa las características o el funcionamiento del equipo en una situación particular. Los parámetros del mantenimiento son: La seguridad, la disponibilidad, la confiabilidad y la mantenibilidad.

6.8.2.1 Seguridad.

El parámetro de seguridad es un rasgo que involucra la disminución del peligro que procede de la operación de las instalaciones en donde se encuentran operando los trabajadores de una empresa.

6.8.2.2 Disponibilidad.

La disponibilidad es un parámetro que se define como la capacidad de una componente, dispositivo para realizar su respectivo funcionamiento cuando se requiere de su operación en un tiempo determinado por un periodo específico.

6.8.2.3 Confiabilidad.

El parámetro de confiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo o componente funcione de manera correcta durante un tiempo específico sin presentar algún tipo de falla mientras este se encuentre en operación.

6.8.2.4 Mantenibilidad.

La mantenibilidad es un parámetro que se define como la evaluación de la probabilidad de que un componente o dispositivo pueda volver a funcionar de manera normal después dentro de un periodo de tiempo determinado.

6.8.3 Estrategias de mantenimiento.

Una estrategia de mantenimiento es una táctica que utilizan los encargados de la gestión de una instalación productiva con el objetivo de dirigir su mantenimiento, planeando un grupo de actividades para localizar, seleccionar, desarrollar y efectuar una correcta y optima gestión de mantenimiento de los equipos de una empresa.

6.8.3.1 Mantenimiento correctivo.

Se puede definir como mantenimiento correctivo a la acción de corregir las fallas o averías en el funcionamiento de un equipo en el momento en que estas ocurren, es decir, al momento en que la falla ocurre se debe identificar y corregir en ese instante. En esta estrategia no se planifican revisiones periódicas, sino que se las realiza cada vez que se presenta una falla. Usualmente este tipo de estrategia es aplicado para maquinaria que cuenta con un bajo nivel de criticidad ya que estas fallas no presentan un problema en la producción.

6.8.3.2 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo se define como la ejecución de un procedimiento que involucra inspecciones de manera periódica y programadas hacia los equipos de la empresa, todo esto con la finalidad de detectar de manera oportuna condiciones o estados imperfectos de esos equipos, los cuales podrían provocar eventualmente paros en la fabricación o un deterioro significativo de las máquinas o equipos, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento de las instalaciones para evadir tales condiciones, mediante la realización de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo. (Patton, 1995)

Su uso tiene como propósito principal realizar una planificación de periodos de tiempo en donde se ejecute una paralización del trabajo de los equipos en un momento

determinado y de esta manera poder revisar y ejecutar operaciones de mantenimiento del activo y de esta manera reducir significativamente los mantenimientos correctivos.

6.8.3.3 Mantenimiento predictivo.

Según (García, 2010) el mantenimiento predictivo es aquel que busca conocer y comunicar de manera constante sobre el estado y operabilidad de los equipos, conociendo los valores de variables específicas que indican el estado y operabilidad de dichos equipos. Para utilizar este mantenimiento, se deben localizar las variables físicas como: vibración, consumo de energía, temperatura, etc. en donde las fluctuaciones del valor de estas variables indican que puede estar ocurriendo un problema en el equipo. Este es el tipo de mantenimiento más técnico, ya que requiere herramientas de ingeniería avanzadas y sólidos conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.

6.8.3.4 Mantenimiento en uso.

El mantenimiento de uso según (García, 2010) es el más simple de todas las estrategias ya que este se realiza durante la operación del equipo y es ejecutado por el operador de dicho equipo. Cubre una amplia gama de operaciones básicas como la recopilación de datos, inspección visual, limpieza, lubricación, apriete, etc. No requiere una capacitación extensa, solo una formación simple. Este tipo de mantenimiento es la base de TPM (Mantenimiento Productivo Total).

6.9 Caracterización de la maquinaria.

6.9.1 Concepto de ficha técnica.

Una hoja o ficha técnica es un documento en donde se detallan las características principales y aplicaciones de un producto o componente.

6.9.2 Utilidad de la ficha técnica en mantenimiento.

La ficha técnica usualmente en mantenimiento se utiliza para poder observar los datos técnicos que tiene un componente o máquina, de tal manera que ayuda al técnico de mantenimiento brindando información sobre cómo se compone la máquina, sus valores de voltaje, amperaje, peso, dimensiones, etc.

6.9.3 Características de una ficha técnica.

Comúnmente una ficha técnica en el caso de una máquina industrial cuenta con los datos específicos como valores de voltaje, amperaje, dimensiones, peso, etc. También se puede encontrar datos del fabricante, modelo, una descripción de su funcionamiento, información sobre seguridad y uso, entre otros.

6.10 Matriz de Holmes.

Según (Rivadeneira, 2013) la matriz de priorización de Holmes es un método para identificar o dar prioridad a parámetros que tienen rasgos similares. Está formada por una matriz en donde se comparan los parámetros y se clasifican en orden de importancia.

Para poder construir la matriz de priorización de Holmes se utilizan los siguientes pasos:

1. Colocar los procesos en forma de fila y de columna.

2. Asignar valores a las celdas dependiendo de la prioridad que tenga el proceso en comparación con el otro. Por ejemplo, si se compara el “proceso 1” con el “proceso 2”, se puede observar que se concluye que el “proceso 2” es más importante por lo que se le da una calificación de 1, por otro lado, al “proceso 1” se le da una calificación de 0. Cabe recalcar que si los dos procesos son igual de importantes y prioritarios estos llevarán una calificación de 0.5 cada uno, como también cuando se compara el mismo proceso generando así una diagonal principal con valores de 0.5.
3. Se suman los valores de cada fila obteniendo su total como también se suman los totales de cada final para obtener un resultado final.
4. Por último se divide el total de cada final para el resultado de la suma de todos los totales y de esta manera se obtiene el orden de prioridad de cada proceso, teniendo a los valores más altos como los prioritarios.

Tabla 4 Ejemplo de una matriz de Holmes

N.º	Proceso 1	Proceso 2	Proceso 3	Total	Orden
Proceso 1	0.5	1	0.5	2	0.44
Proceso 2	0	0.5	1	1.5	0.33
Proceso 3	0.5	0	0.5	1	0.22
Total				4.5	

Fuente: (Autores)

6.11 Análisis Modal de falla y efecto (AMFE).

Según (Aguinaga, 2008) el método AMFE es una herramienta utilizada para identificar, evaluar y prever potenciales fallos y efectos que podrían surgir en un producto, servicio o proceso evaluando su gravedad, frecuencia de ocurrencia y facilidad de detección, de esta manera se podrá calcular el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) para poder priorizar las causas y de esta manera actuar sobre estas para evitar que surjan estos modos de fallo.

Para el desarrollo del método AMFE se necesitan de varios pasos que se irán explicando a lo largo del documento.

6.11.1 Denominación del equipo e identificación.

El primer paso para elaborar una tabla del método AMFE es establecer el equipo sobre el cual se va a aplicar el método, de esta manera en la primera columna de la tabla se coloca el nombre de la maquinaria a analizar. En la segunda columna se coloca la codificación de la maquinaria y en la tercera columna una breve descripción de la función de la máquina.

6.11.2 Modo de fallo.

Según (Aguinaga, 2008) el modo de fallo puede definirse como una forma en la que un elemento de la maquinaria puede fallar en el momento en el que está ejecutando su función.

6.11.3 Efecto del fallo

El efecto de fallo es la señal detectada por el usuario del modo de fallo, es decir cómo percibe el usuario si ocurre el fallo potencial como también la manera en la que este

repercutiría en el equipo. En esta columna se trata de describir las consecuencias del fallo que se detecta. (Aguinaga, 2008)

6.11.4 Causas del modo de fallo.

Según (Aguinaga, 2008) las causas del modo de fallo se encuentran en el origen de este y constituyen el indicio de una debilidad del equipo dando como resultado el propio modo de fallo.

6.11.5 Gravedad.

La gravedad según (Aguinaga, 2008) es la que mide el daño que provoca el fallo desde la perspectiva del usuario. Usualmente la puntuación que se le da es en números enteros que van desde el 1 hasta el 10. Un ejemplo de clasificación de la gravedad del modo de fallo se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 5 Clasificación de la gravedad del modo de fallo.

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se dará cuenta del fallo	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2 - 3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4 - 6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7 - 8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponden un 10	9 - 10

Fuente: Aguinaga, 2008.

6.11.6 Frecuencia.

La frecuencia es la que mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un fallo específico, en términos de prevención es llamado como la probabilidad de aparición del fallo. La

evaluación de este aspecto es subjetiva por lo que se recomienda utilizar información como historiales o estadísticas en el caso de que se disponga. (Aguinaga, 2008)

La siguiente tabla muestra una posible clasificación de la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de las causas de fallo.

Tabla 6 Clasificación de la frecuencia de ocurrencia de las causas de fallo.

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR	PROBABILIDAD
Muy baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1	1/10000
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2 - 3	1/5000 - 1/2000
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente sistema	4 - 6	1/1000 - 1/200
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7 - 8	1/100 - 1/50
Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9 - 10	1/20 - 1/10

Fuente: Aguinaga, 2008.

6.11.7 Detectabilidad.

Según (Aguinaga, 2008) la detectabilidad trata sobre que probabilidad existe de que no se logre detectar un fallo cuando este se produce mientras se realiza un proceso y de esta manera genera una cadena de problema que terminan afectando finalmente al usuario. Cuanto más difícil es detectar el fallo y más tiempo toma detectarlo, mas importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

La siguiente tabla muestra una posible clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.

Tabla 7 Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR	PROBABILIDAD
Muy alta	El defecto es obvio, Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1	1/10000
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posterior.	2 - 3	1/5000 - 1/2000
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estados de producción.	4 - 6	1/1000 - 1/200
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 - 8	1/100 - 1/50
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9 - 10	1/20 - 1/10

Fuente: Aguinaga, 2008.

6.12 Herramienta informática (GMAO).

Para el desarrollo de una herramienta informática de mantenimiento o también conocida como GMAO se requiere una base fundamentada teórica acerca del mantenimiento y este software en particular. Una herramienta informática en muchos casos puede ser una utilidad que además de solventar un problema puede facilitar el trabajo realizado en distintas áreas de la industria en el cual se incluye el mantenimiento. (Garrido, 2003)

6.13 Gestión de mantenimiento asistido por ordenador.

La Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) es generalmente un software que ayuda en la gestión de los distintos servicios de mantenimiento de una empresa. Este software almacena en una base de datos toda la información ingresada la cual siendo bien utilizada se la puede emplear como herramienta en la toma de decisiones de la empresa. (Fernández, 2005)

Un sistema GMAO puede permitir programar y controlar bajo distintos aspectos técnicos, empresariales y sociales todas las actividades de un plan de mantenimiento y todo lo relacionado con dichas actividades, por lo tanto, el objetivo de este sistema es proporcionar al departamento administrativo y de mantenimiento la información necesaria para la toma de decisiones y acciones del mantenimiento, facilitando la sistematización de las distintas actividades de mantenimiento, ayudando a la gestión de recursos necesarios para el mantenimiento, distribuyendo y gestionando el personal adecuado para cada tarea

de mantenimiento y generando ordenes de trabajo en donde se encuentre toda la información relevante de cada intervención, la misma que será almacenada para administrar su información y mejorar la toma de decisiones estratégicas. (Vargas, 2011)

6.13.1 Características de un GMAO.

Las características básicas de un GMAO son:

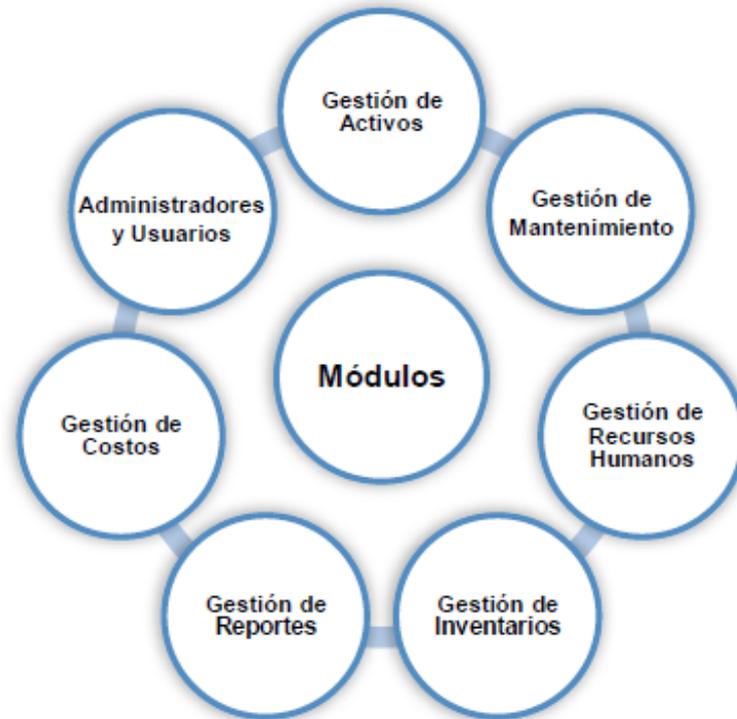


Figura 2 Módulos de un GMAO.

Fuente: Concho, 2017.

Cada uno de estos módulos están conformados por submódulos en donde se almacena información que se concatenan entre sí para una gestión de mantenimiento óptima. El modelo sistemático del GMAO puede ser adaptado dependiendo las necesidades que exige la empresa ya que un sistema GMAO puede contener varios módulos los mismos que se deben analizar respecto a la utilidad que proporciona para la empresa y el proceso de producción que se realice, de esta manera el software es maleable frente a cada organización.

6.14 Etapas de la introducción del GMAO.

El siguiente cuadro muestra las distintas etapas para la introducción de un GMAO, el mismo que debe seguirse dentro la empresa para una adopción adecuada de un nuevo sistema de gestión de mantenimiento.

Tabla 8 Etapa de implantación de la herramienta GMAO.

ETAPAS DE IMPLANTACIÓN DEL GMAO	
Etapa 1	Decisión de implantar un sistema GMAO.
Etapa 2	Decisión y creación del equipo de implantación.
Etapa 3	Seleccionar un programa que se ajuste a nuestras necesidades.
Etapa 4	Selección de un escenario de implantación.
Etapa 5	Identificación de necesidades e interacciones con otros departamentos.

Etapa 6	Formación y divulgación.
Etapa 7	Implantación al resto de células productivas.
Etapa 8	Estandarización del sistema y explotación de resultados.
Etapa 9	Consolidación del sistema. Búsqueda de nuevos objetivos.

Fuente: Lluís & Francesca, 2010.

6.14.1 Etapa 1. Decisión de implantar un sistema GMAO.

Para implantar un sistema GMAO se necesita analizar los recursos de la empresa, evaluar los beneficios del sistema GMAO y definir los objetivos y necesidades que serán cubiertos por el GMAO.

6.14.2 Etapa 2. Decisión y creación del equipo de implantación.

Para crear el personal encargado del GMAO, lo más recomendable es seleccionar a las personas del área de mantenimiento ya que estos conocen los distintos procesos del mantenimiento. En tal caso que se escoja personal fuera del área de mantenimiento este debe tener un permanente asesoramiento por parte del jefe de mantenimiento.

6.14.3 Etapa 3. Seleccionar o diseñar un programa que se ajuste a nuestras necesidades.

Una alternativa para esta etapa es tomar en consideración los distintos sistemas existentes en el mercado además de indagar con los encargados de la empresa objetivo cuales son las necesidades que desean cubrir, de esta manera se delimita el objetivo de la aplicación.

6.14.4 Etapa 4. Selección de un escenario de implantación.

En esta etapa se escoge las distintas áreas donde se aplicará el sistema, ya que puede ser un sistema que abarque toda la empresa o simplemente las zonas críticas previamente detectadas.

6.14.5 Etapa 5. Identificación de necesidad e interacciones con otros departamentos.

Para realizar esta etapa se debe identificar las relaciones que existen entre los distintos sistemas en los que se conforma la empresa o sección y su relación, de esta manera se podrán realizar las conexiones necesarias dentro del programa.

6.14.6 Etapa 6. Formulación y divulgación.

Para la formulación del sistema GMAO se debe tomar en cuenta la opinión del personal, el estado actual y el objetivo de la empresa, de esta manera se puede tener una visión más asertiva del programa. Para la divulgación se deben implementar cursos y capacitaciones pertinentes en el manejo del software.

6.14.7 Etapa 7. Implantación al resto de células productivas.

En esta etapa se pretende implementar el software GMAO en todo el sistema empresarial, es por lo que se deberá conocer a cabalidad cada área conformada por la empresa y su relación con los distintos módulos de producción, para esta etapa es importante que el personal esté completamente capacitado ya tendrán acceso al programa.

6.14.8 Etapa 8. Estandarización del sistema y explotación de resultados.

Se debe realizar una evaluación luego de la implementación del GMAO, para este punto se debe tener implementada la filosofía del GMAO en toda la empresa, luego se procederá a evaluar si los objetivos establecidos fueron cumplidos.

6.14.9 Etapa 9. Consolidación del sistema. Búsqueda de nuevos objetivos.

Una vez llegada esta etapa el GMAO ya formará parte de la empresa, siendo esta una herramienta que administrará información de todos los sistemas. Una vez consolidados se deben plantear nuevos objetivos que pueda cubrir el GMAO, por ejemplo, mejorando su interacción con el usuario y sus módulos. (Lluís & Francesca, 2010)

6.15 Errores al implementar el GMAO.

Es común encontrar falencias o no ejecución en las etapas de implementación del GMAO lo cual conlleva a un sistema pobre, poco encaminado o útil, esto puede ser por muchas causas pero principalmente se considera a la falta de objetivos claros. Entre los errores que se deben evitar se destacan los siguientes:

Tabla 9 Errores comunes en los GMAO.

Error	Descripción
Coste elevado	Se debe tomar en cuenta el estado actual de la empresa y su disponibilidad hacia nuevas implementaciones ya que los cambios casi siempre incluyen gastos.
Aumento de personal indirecto	Para evitar este inconveniente es recomendable tomar en cuenta y capacitar al personal existente en la empresa ya que estos serán encargados del ingreso y gestión de la información que ingrese en el software, de esta manera se puede evitar un contrato innecesario de personal nuevo, sin embargo, es recomendable que exista personal terciario involucrado en la aplicación de esta manera se puede observar las verdaderas fortalezas y debilidades del programa.
Ingreso de datos innecesarios	Se puede dar el caso de existir un módulo innecesario en el programa, por ejemplo, una base de datos que no proporcione ninguna información o no sea utilizada en lo absoluto, esto ocuparía espacio innecesariamente. Este error se puede dar por la no evaluación de la necesidad.
Información poco fiable	Este error surge al momento de no capacitar al personal con la herramienta, ya que los mismos podría ingresar información poco fiable y así poner en peligro a todo el programa.

Fuente: Garrido, 2010.

6.16 Criterios para Seleccionar un software GMAO.

Existen varias opciones para elegir un GMAO, entre ellas está la adquisición de un paquete comercial como también desarrollo de un sistema propio.

6.16.1 Adquisición de un paquete comercial.

Para la selección de esta opción se deben tomar en cuenta diversos factores como:



Figura 3 Criterios a considerar para la elección de un paquete comercial.

Fuente: Milano, 2010.

Hacer un análisis del paquete previo adquisición podría mejorar significativamente la forma de administrar el mantenimiento, caso contrario podría generar costos innecesarios e incluso el retiro del paquete comercial.

6.16.2 Desarrollo de un sistema propio.

Si se piensa desarrollar en sistema propio, se debe considerar los siguientes factores:

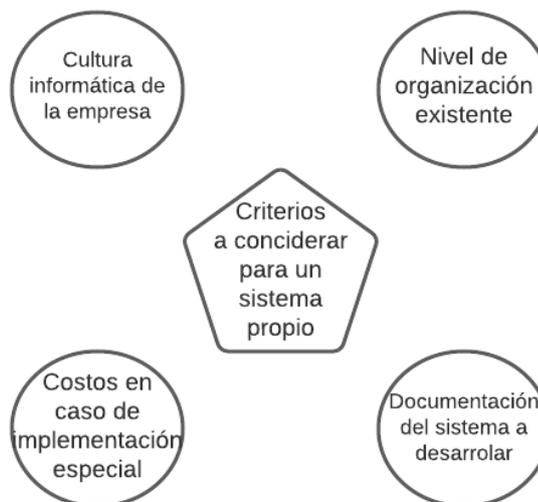


Figura 4 Criterios a considerar para seleccionar un sistema propio.

Fuente: Milano, 2010.

6.17 Diagramas de funcionamiento

El diagrama de funcionamiento es una herramienta útil para representar gráficamente los procesos en distintas actividades realizadas. Los diagramas de funcionamiento de alto

nivel son realizados de una manera general sin entrar en detalle de tareas o actividades realizadas en el sistema.

Los diagramas de funcionamiento lógicos están formados por procesos lógicos, agentes externo-lógicos y almacenes de datos lógicos. A Continuación, se presenta la simbología estándar de un diagrama de funcionamiento utilizado para describir un sistema. (Fernández, 2010)

Inicio / Fin	
Procesos	
Entrada Datos	
Condición	
Conector	
Cinta Magnética	
Disco Magnético	
Conector de Pagina	
Líneas de Flujo	
Display, Mostrar Datos	
Enviar Datos a Impresora	

Figura 5 Simbología estándar de diagramas de funcionamiento.

Fuente: Fernández, 2010.

7. Marco metodológico.

7.1 Recopilar la información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad.

En este apartado se proceder a explicar el modo en el que se realizó la caracterización de la maquinaria como también los datos que fueron tomados en cuenta para colocarlos en las fichas técnicas.

7.1.1 Proceso de fabricación del calzado en la fábrica "Luis Carlos".

Para determinar el proceso de elaboración de calzado en la fábrica "Luis Carlos" se investiga cada una de las etapas por donde la materia prima pasa hasta convertirse en un zapato.

Las etapas para elaborar calzado son:

- Troquelado y Corte.
- Aparado.
- Armado.
- Engomado y montaje.
- Terminado.

7.1.2 Maquinaria utilizada en la elaboración de calzado.

Existe una gran cantidad de maquinaria para la industria del calzado, todas estas ayudan a los operadores a realizar de manera más precisa y ágil sus trabajos. Estas máquinas en su mayoría funcionan con alimentación eléctrica, sin embargo, muchas de estas también necesitan de alimentación neumática para su correcto funcionamiento.

Existe una amplia variedad de maquinaria especializada para cada etapa de la elaboración del calzado, facilitando su proceso de fabricación y agilitándolo de tal manera que se puedan producir muchos más pares de zapatos al día.

7.1.3 Caracterización de la maquinaria.

Para poder realizar la caracterización de la maquinaria primero se debe elaborar una lista en la que se encuentren todas las maquinas utilizadas en la fábrica y de esta manera poder tener un registro de los activos de la fábrica con sus respectivas marcas y modelos.

7.1.4 Inventario de la maquinaria.

Para poder realizar un inventario se realiza un conteo de toda la maquinaria utilizada en la fábrica de calzado “Luis Carlos” y de esta manera construyendo una lista con los nombre, marcas y modelos de cada una de las maquinas.

7.1.5 Caracterización de la maquinaria de la fábrica “Luis Carlos”.

Según García (2010), en una ficha técnica se deben incluir los datos más sobresalientes que afecten al mantenimiento de cada una de las máquinas de la fábrica. Se debe empezar a realizar las fichas técnicas de las máquinas más importantes de la empresa, esto con el fin de que no se generen paros innecesarios en la producción ya que nos tomará menos tiempo caracterizar las maquinas más significativas que las máquinas de la empresa en su totalidad.

La ficha técnica debe incluir los siguientes datos:

- Código asignado a la maquinaria.
- Nombre del equipo.
- Marca del equipo.
- Modelo de la máquina.
- Valor de la maquina.
- Operador del equipo.
- Datos técnicos (Tensión, peso, dimensiones, etc.)
- Uso o aplicaciones.
- Datos del proveedor.

La siguiente figura muestra un ejemplo de una ficha técnica en donde está caracterizado el armador de puntas la cual es una maquina utilizada en el área de armado.

Luis Carlos		CALZADO "LUIS CARLOS"	
Industria de Calzado de Calidad		FICHA TECNICA EQUIPOS	
Código:		Foto del Equipo:	
Nombre del Equipo:			
Marca:	Modelo:		
Serie:	Ubicación:		
Fecha de compra (aaaa/mm/día):			
Garantía en meses:			
Valor de compra:			
A cargo de:		c.c.:	
DATOS TÉCNICOS			
Tensión:		Producción:	Potencia:
Accesorios:			
Partes:			
USOS O APLICACIONES			
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION			
RECOMENDACIONES DE USO:			
Proveedor			
Teléfono			
E-mail:		Nombre de Contacto:	

Figura 6 Plantilla de ficha técnica de la fábrica de calzado "Luis Carlos"

Fuente: (Autores)

7.2 Crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad.

7.2.1 Análisis de la situación actual de la empresa.

Se pretende realizar la recopilación de información relevante dentro de la empresa para conocer el estado actual en la que se encuentra, inventario de las máquinas, el estado de la maquinaria, si existe un plan de mantenimiento vigente, posibles historiales de mantenimiento, subactividades de mantenimiento, registros históricos de mantenimiento, catálogos de fabricante si poseen, identificación de maquinarias críticas y recopilación de información por parte de los operarios.

Para poder realizar un diagnóstico más detallado de la situación actual se procedió a recopilar información de la maquinaria para ver si estas cuentan con alguna especie de ficha técnica, como también si la empresa lleva algún tipo de historial de mantenimiento y saber que formato tienen estas hojas de historial y tener en cuenta si existe algún dato necesario que debe ser incorporado en estas hojas.

En el Ecuador existen varios tipos de empresas, cada una especializada en diferentes áreas de producción por lo que cuentan con procesos distintos de modo que su plan de mantenimiento también es diferente, por este motivo, Se realizará un análisis de criticidad en la empresa de calzado "Luis Carlos". Con base en el estudio de criticidad se propone un plan de mantenimiento adaptado al contexto operacional de la empresa,

7.2.2 Recolección de datos.

7.2.2.1 Historial de actividades de mantenimiento.

Para poder analizar el historial de actividades de mantenimiento se realiza una investigación sobre los registros y documentación de la empresa con respecto a estos historiales.

7.2.2.2 Historial de repuestos adquiridos.

Para poder realizar un análisis del historial de repuestos adquiridos se ejecuta una investigación con la ayuda de documentación o algún tipo de registro sobre la adquisición de los repuestos.

7.2.2.3 Historial de mantenimientos realizados en la maquinaria.

Para poder efectuar un análisis sobre el historial de mantenimientos que fueron realizados en las distintas máquinas de la empresa se realiza una investigación sobre los documentos y diferentes registros de la empresa y de esta manera poder determinar qué tipos de mantenimientos fueron realizados sobre los equipos.

7.2.2.4 Historial de fallos.

Para poder construir un plan de mantenimiento es necesario contar con un historial de fallos para poder conocer que tipos de fallas se presentan en la maquina y con qué frecuencia.

7.2.3 Creación del plan de mantenimiento adecuado

7.2.3.1 Codificación de la maquinaria.

Para poder llevar un correcto control del inventario de la maquinaria es necesario realizar una codificación de cada uno de estos elementos de tal manera que, al momento de generar una orden de trabajo, esta pueda ser comprendida con mayor facilidad y generada de manera más ordenada.

Para realizar la codificación de la maquinaria se siguió el siguiente formato:

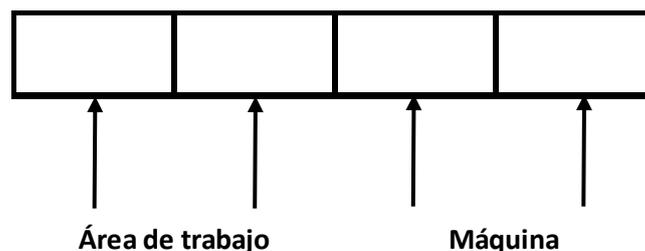


Figura 7 Formato para la codificación de maquinaria.

Fuente: (Autores)

7.2.3.2 Análisis de criticidad

No todos los equipos son imprescindibles en la fábrica de calzado por lo que se realiza un análisis de criticidad para definir cuáles son las máquinas más críticas, es decir, en el caso de que tenga algún tipo avería esta maquinaria pueda parar la producción del calzado retrasando los pedidos y generando pérdidas de dinero para la empresa. Por esta razón se analizan todas las máquinas de la fábrica, de tal manera que se seleccionen las más críticas y así plantear una estrategia de mantenimiento dando prioridad a estos equipos.

7.2.3.3 Matriz de priorización de Holmes.

Para poder saber que máquinas son las que tienen mayor prioridad frente a las demás se realiza una matriz de prioridad de Holmes en donde se colocan todos los procesos que realizan estos equipos con respecto al proceso general de elaboración del calzado.

Se genera una plantilla de la matriz con todos los procesos necesarios para elaborar el calzado de tal manera que nos quede como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10 Plantilla de la matriz de priorización de Holmes.

e	Proceso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Suma	Orden	
1	Troquelado de plantillas	■																											
2	Corte de piezas para el molde del zapato		■																										
3	Unión de piezas recortadas			■																									
4	Eliminación de material en exceso				■																								
5	pegado de forros en cuerpo					■																							
6	Maquinado de ojallillos						■																						
7	Pegado de forros en puntas							■																					
8	Pegado de forros en talones								■																				
9	Grapar plantillas en hormas									■																			
10	Calentar punta										■																		
11	Armado de punta											■																	
12	Calentar talón												■																
13	Armado de talón													■															
14	Eliminación de excesos														■														
15	Dibujar contorno de la suela															■													
16	Aplicar pegamento en la suela y corte																■												
17	Calentar Suela y corte																	■											
18	Pegar suela con el corte																		■										
19	Apilamiento																			■									
20	Pegar plantilla con talla y marca																				■								
21	Colocar pasadores																					■							
22	Retirar exceso de hilo																						■						
23	Colocar etiqueta con precio																							■					
24	Empaquetar el producto																								■				
25	Colocar etiqueta con precio y talla a cajas																									■			
Total																													

Fuente: (Autores)

7.2.3.4 Selección de los equipos más críticos.

Después de hacer el análisis utilizando la matriz de prioridad de Holmes, se identifican las maquinas más críticas de tal manera que al momento de realizar el plan de mantenimiento estas máquinas tengan la mayor prioridad para evitar cualquier contratiempo con la producción del calzado.

7.2.3.5 Análisis de los equipos críticos.

El análisis de la maquinaria critica se realiza mediante el método AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos evaluando la gravedad, detección y probabilidad de ocurrencia los modos de fallo de los equipos, de tal modo que se pueda obtener el IPR o Índice de Prioridad de Riesgo y así poder priorizar las causas de los modos de fallo para poder evitarlos.

7.2.3.6 Acción correctiva.

Cuando el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) tiene un resultado de 100 o mayor a este, se deben aplicar acciones correctivas de tal manera que el IPR pueda descender a un grado normalizado menor a 100.

7.2.3.7 Codificación y asignación de las actividades de mantenimiento.

Para la codificación de las actividades de mantenimiento se utilizó el siguiente formato:

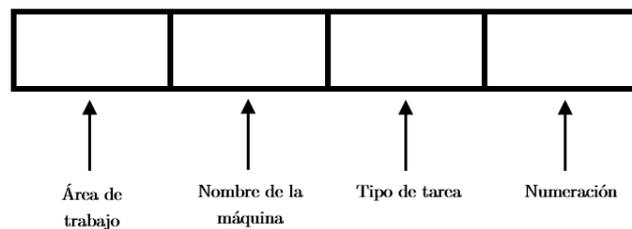


Figura 8 Formato para la codificación de actividades.

Fuente: (Autores)

Cabe recalcar que existen dos tipos de tareas las cuales son:

- Tarea preventiva (TRPV).
- Tarea correctiva (TRCV).

7.2.3.8 Cronograma de actividades.

Una vez obtenidas las actividades es necesario organizarlas de tal manera que puedan ser distribuidas a lo largo de los días que conforman el año. Estas actividades deben ser repartidas de una manera en la que se puedan realizar diaria, mensual, trimestral, semestral y anualmente.

7.3 Desarrollar una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad.

7.3.1 Selección del lenguaje de programación para la herramienta GMAO.

Para la realización de la herramienta informática se determinó el uso del lenguaje de programación Visual Basic de Microsoft el mismo que se puede ligar a distintos productos de Microsoft y para este caso en particular se utilizó Excel para la manipulación y almacenamiento de datos.

7.3.2 Análisis bibliográfico de los sistemas GMAO

Primeramente, se procede a revisar información bibliográfica de sistemas GMAO, identificando la caracterización de este y las distintas etapas que conforma la implantación del GMAO en la empresa, así mismo se reconoce los errores comunes al momento de desarrollar dicho software de mantenimiento con el fin de evitar una mala implementación del mismo.

7.3.3 Identificación del sistema GMAO a implementar.

Se determina qué tipo de criterio de implementación requiere la empresa de calzado “Luis Carlos”, siendo este la implementación de un sistema GMAO propio y personalizado. Se continúa con la determinación de los módulos y submódulos necesarios para la programación del GMAO, en este caso se toma en consideración la opinión del personal administrativo de la empresa y la realidad actual de la misma, procesando así la información cualitativa y transformarla en cuantitativa para definir parámetros necesarios tanto para el plan de mantenimiento como para la herramienta informática.

7.3.4 Programación de la herramienta informática GMAO.

Una vez determinados los distintos módulos y submódulos, se procede a la recopilación de toda la información que debe ir almacenada en los mismos y de esta manera concatenar todos estos en un módulo general o también conocido como Gestor de mantenimiento. Finalmente se añade herramientas para facilitar la manipulación y gestión del mantenimiento dentro del GMAO como un asistente de voz, el mismo que lleva la información de las fechas de los mantenimientos programados y no programados.

8. Resultados

8.1 Resultados de la recopilación de información de los equipos para crear una propuesta de un plan de mantenimiento con el fin de tomar decisiones en las acciones y/o tareas de mantenimiento y proponer futuros estudios de confiabilidad

8.1.1 Proceso de elaboración de zapatos en la fábrica “Luis Carlos”

En la fábrica de calzado “Luis Carlos” se siguen los mismos pasos generales para construir un zapato, sin embargo, en algunas etapas estos pasos tienen unos ligeros cambios dependiendo del tipo de zapato que se quiere elaborar.

Las etapas que conforman el proceso de construcción del calzado en la fábrica “Luis Carlos” son las siguientes:

8.1.1.1 Troquelado y Corte

En esta etapa un operador mediante el uso de una troqueladora realiza el corte de piezas de manera precisa utilizando moldes llamados “troqueles” los cuales son fabricados en metal, por otra parte, varios operadores con el uso de herramientas manuales realizan el corte de la materia prima a utilizar según el tipo de zapato que se vaya a fabricar, estos elementos serán los que conformen el zapato posteriormente.

8.1.1.2 Aparado

En esta fase un operador raya los recortes realizados anteriormente para poder crear una guía de costura la cual varios operadores de máquinas de coser de una y doble aguja siguen y juntan todas las partes para poder concluir con el corte final, a este por último se le realiza agujeros en donde se colocarán ojajillos para que después sean remachados y por estos puedan pasar los cordones o también llamados en la industria del calzado “pasadores”.

8.1.1.3 Armado

En esta etapa los cortes son conformados colocándoles primero un soporte de material plástico en el extremo frontal y trasero para después ser situado en las máquinas conformadoras de puntas y de talones. Una vez conformados los cortes, son llevados donde un operador el cual se encarga de ubicar los mismo en diferentes hormas, dependiendo la talla del calzado que se va a realizar, este mismo operador coloca la horma junto con el corte en una máquina armadora de puntas la cual se encarga de terminar de construir la forma correcta de la punta del zapato y de la misma forma la coloca en otra máquina armadora de talones que se encarga de darle la forma respectiva de un talón a la parte trasera del zapato.

8.1.1.4 Engomado y montaje.

En esta fase el corte es trasladado a un área de engomado en donde un operador mediante una máquina desbarbadora quita el sobrante de la parte inferior del corte de tal manera que esta quede totalmente lisa y así colocar pegamento en esa zona como también en la suela que llevará el zapato. Una vez engomadas las partes se coloca en una máquina activadora de pegamento que activa el adhesivo mediante calor para que después otro operador sea el que realice el montaje de la suela con el corte. El montaje puede ser realizado manualmente o mediante la utilización de maquinaria la cual es más rápida, pero a veces menos precisa.

8.1.1.5 Terminado

Por último, existe la etapa de terminado en donde el calzado una vez construido en su totalidad se colocan las plantillas, los pasadores y se revisa por última vez si el calzado tiene material excesivo el cual debe ser retirado y de esta manera el zapato tenga el visto bueno y pueda ser etiquetado y colocado en su empaque para su respectivo despacho.

8.1.2 Maquinaria utilizada por la fábrica “Luis Carlos”.

8.1.2.1 Maquinaria utilizada en el área de troquelado y corte.

En el área de troquelado y corte la maquinaria utilizada es una troqueladora la cual se puede observar en la Figura 9.



Figura 9 Troqueladora.

Fuente: (Autores)

8.1.2.2 Maquinaria utilizada en el área de Aparado.

En el área de aparado se utilizan tres máquinas, dos de ellas son máquinas de coser, la principal es maquinaria para costura de doble aguja (Figura 10) mientras que la otra es una sola aguja (Figura 11), mientras que la tercera maquina es una remachadora (Figura 12).



Figura 10 Máquina de coser de doble aguja.

Fuente: (Autores)



Figura 11 Máquina de coser de una aguja.

Fuente: (Autores)



Figura 12 Remachadora.

Fuente: (Autores)

8.1.2.3 Maquinaria utilizada en el área de Armado.

En el área de armado existen varias máquinas para elaborar calzado, estas son: Conformadora de talones (Figura 13), conformadora de puntas (Figura 14), reactivador de puntas (Figura 15), armadora de puntas (Figura 16), reactivador de talones (Figura 17) armadora de talones (Figura 18), motor pulidor de doble absorción (Figura 19), reactivador de suelas y cortes (Figura 20) y por último la prensa “boca de sapo” (Figura 21).



Figura 13 Conformadora de talones.

Fuente: (Autores)



Figura 14 Conformadora de puntas.

Fuente: (Autores)



Figura 15 Reactivador de puntas.

Fuente: (Autores)



Figura 16 Armadora de puntas.

Fuente: (Autores)



Figura 17 Reactivador de talones.

Fuente: (Autores)



Figura 18 Armadora de talones.

Fuente: (Autores)



Figura 19 Motor pulidor de doble absorción.

Fuente: (Autores)



Figura 20 Reactivador de suelas y cortes.

Fuente: (Autores)



Figura 21 Prensa "Boca de sapo".

Fuente: (Autores)

8.1.2.4 Maquinaria utilizada en el área Terminado.

Por último, en el área de terminado se encuentran la engomadora de plantillas (Figura 22) y la prensa térmica (Figura 23).



Figura 22 Engomadora de plantillas.

Fuente: (Autores)



Figura 23 Prensa térmica.

Fuente: (Autores)

8.1.1 Inventario de la maquinaria.

En total existen 21 máquinas en la fábrica distribuidas en diferentes áreas, cada una con su respectiva marca y modelo, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 11 Inventario de la maquinaria utilizada en la fábrica.

N.º	Máquina	Marca	Modelo
1	Cortadora láser	Bodor	N/D
2	Máquina de coser una aguja	GARUDAN	GP-124-147
3	Máquina de coser doble aguja	GARUDAN	GP-110-147
4	Remachadora	Xindig	XD-808
5	Máquina de conformado para talones	Sergio Máquinas	MC1
6	Máquina de conformado para puntas	Maquinarias Industriales Aldas	N/D
7	Máquina reactivadora de puntas	MIVER	181
8	Máquina armadora de puntas	CERIM	K68
9	Reactivador de talones	MIVER	N/D
10	Máquina armadora de talones	CERIM	K58
11	Máquina pulidora con absorción independiente	KOSEM	N/D
12	Máquina reactivadora de pegamento	MIVER	BUCD-2
13	Máquina prensadora boca de sapo	SAZI	210
14	Desarrugadora	MECSUL	TR-750
15	Estampadora	SHEZHEN HUGANG LIGHT INDUSTRY MACHINERY	OPP20-120
16	Engomadora de rodillo	JORI GROU CO.	JRC-300
17	Compresor	SCHULZ	MSV15
18	Máquina de coser strobel	GARUDAN	N/D
19	Máquina destalladora	GEMSY	YXP-5
20	Troqueladora	N/D	N/D
21	Motor cardador	WEG	N/D

Fuente: (Autores)

8.1.2 Caracterización de la maquinaria de la fábrica “Luis Carlos”.

Se realizaron las fichas técnicas de cada máquina, caracterizándolas de tal manera que se pueda mostrar sus especificaciones técnicas como diferentes apartados solicitados por

la fábrica, tales como usos y aplicaciones, datos técnicos, información sobre los proveedores entre otros.

Algunas fichas técnicas de máquinas específicas serán omitidas por motivos de confidencialidad de la empresa ya que son máquinas modificadas especialmente para la realización de su calzado.

 CALZADO "LUIS CARLOS"							
Industria de Calzado de Calidad				FICHA TECNICA EQUIPOS			
Código:		AP-MCD		Foto del Equipo: 			
Nombre del Equipo:		MAQUINA ZIGZAG 20U					
Marca:	Singer	Modelo:	20u-109				
Serie:	SMZZ	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"				
Fecha de compra (aaaa/mm/día):		30/04/2018					
Garantía en meses:		24.00					
Valor de compra:		\$ 500					
A cargo de:	Guillermo Almagro			c.c.:	185623735		
DATOS TÉCNICOS							
Tensión:	220V	Ancho zigzag	9,0 mm	Largo máx.	5,0 mm	Cangrejo	Hirose/Koban
Otros:	Altura de Prénsatelas: Mano 6.35/ Rodilla-9.0						
Accesorios:	Motor de Embrague de Baja Velocidad 1/3 HP (R31431)						
Características:	<ul style="list-style-type: none"> • Cose fácilmente para adelante y para atrás ajustando el sistema de alimentación de retroceso • Ancho de puntada ajustable • Largo de puntada de ajuste sencillo • Sistema de arrastre simple con retroceso • Puede ser regulada para bordado, zigzag o costura recta (excepto 20U-309) • Sistema de control de la posición de aguja para ojales (excepto 20U-309) • Devanador de bobina integrado 						
USOS O APLICACIONES							
Costura de fácil selección de ajuste de ancho de zig zag y recta							
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION							
Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, gogles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.							
RECOMENDACIONES DE USO:	LEA EL MANUAL DEL EQUIPO ANTES DE OPERARLO						
Proveedor				Singer			
Teléfono	320 695 6382						
E-mail:	pm.mx@singer_mex/files/fic	Nombre de Contacto:		Singer			

Figura 24 Ficha técnica de la máquina de coser de doble aguja.

Fuente: (Autores)

		CALZADO "LUIS CARLOS"					
Industria de Calzado de Calidad		FICHA TECNICA EQUIPOS					
Código:		AR-CT				Foto del Equipo: 	
Nombre del Equipo:		MAQUINA CONFORMADORA DE TALONES					
Marca:	EMARS	Modelo:	EM-EZDQBJ588D				
Serie:	MCP001	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"				
Fecha de compra (aaaa/mm/día):		19/02/2017					
Garantía en meses:		36.00					
Valor de compra:		\$ 7,000					
A cargo de:	Juan Manuel Olmedo			c.c.:	184576982		
DATOS TÉCNICOS							
Tensión:	220V	Producción	2000 pares/8hr	Peso:	400kg	Otra:	60 HZ
Partes:	<ul style="list-style-type: none"> • Moldes • Sistema de refrigeración • Sistema neumático • Pinzas ajustables • Sistema de calefacción 						
USOS O APLICACIONES							
<p>El troquel superior de la máquina utiliza una capa de aire neumática, que no necesita ser reemplazada con frecuencia, y el troquel inferior se reemplaza rápidamente. Es adecuado para el molde de aluminio de varios materiales para ajustar la temperatura por sí mismo, y el efecto de modelado para el adhesivo de fusión caliente es mejor. La carrera descendente del accesorio de la máquina adopta el diseño curvado de flexión, lo que hace que la parte superior del zapato sea más resistente y el efecto moldeador sea más perfecto. Dependiendo de la parte superior del zapato, el arco y la profundidad se pueden ajustar de forma arbitraria. Tiene refrigeración de circulación de refrigerante. La tasa de fallos es baja y el efecto de enfriamiento es rápido. Esta máquina es adecuada para zapatos de cuero y calzado deportivo para hombres y mujeres, ahorrando espacio, económico y práctico. Se puede añadir un refrigerador frío hecho A medida.</p>							
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION							
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>							
RECOMENDACIONES DE USO:	<p>LEA EL MANUAL DEL EQUIPO ANTES DE OPERARLO. Hay un controlador de temperatura y un temporizador de tiempo de presión en el panel de control. Hay interruptor de alimentación principal, interruptor de refrigeración y interruptor de pinza en el panel pequeño.</p>						
	Proveedor		Emarsa				
Teléfono	320 695 6382						
E-mail:	http://www.emar.com.mx/	Nombre de Contacto:		Emarsa			

Figura 25 Ficha técnica de la máquina conformadora de talones.

Fuente: (Autores)

Luis Carlos		CALZADO "LUIS CARLOS"				
Industria de Calzado de Calidad		FICHA TECNICA EQUIPOS				
Código:	AR-AP			Foto del Equipo: 		
Nombre del Equipo:	ARMADORA DE PUNTAS					
Marca:	CERIM	Modelo:	K78			
Serie:	CK700	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"			
Fecha de compra (aaaa/mm/día):	30/04/2018					
Garantía en meses:	24.00					
Valor de compra:	\$ 17,350					
A cargo de:	Juan Cevallos		c.c.:	187458319		
DATOS TÉCNICOS						
Tensión:	220V	Producción:	3000 pares/8hr	Potencia:	2 HP	
Otra:					60 HZ	
Accesorios:	MESA ESCUADRADORA, REGLA, GUIA CORREDIZA(AVION)					
Partes:	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema hidráulico • Contactores • Pulsadores • Pinzas de sujeción • Temporizadores • Pistones 					
USOS O APLICACIONES						
<p>Esta Máquina de centrar y montar puntas posee un sistema de sujeción automático 7 pinzas con el cual se posibilitan procesos efectivos de montaje y centrado de punteras. Este equipo automatizado exige poco de los operarios, quienes realizan meramente tareas de alimentación y supervisión. El sistema de sujeción de 7 pinzas permite a este equipo realizar operaciones de montaje con gran efectividad, evita daños a los componentes tales como marcas o bien desviaciones en el montaje y ajuste, los cuales resultarían en pérdidas económicas, retraso en la producción y otros inconvenientes.</p>						
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION						
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>						
RECOMENDACIONES DE USO:	<p>LEA EL MANUAL DEL EQUIPO ANTES DE OPERARLO. Antes de utilizar verificar la presión adecuada para cada material.</p>					
Proveedor	Imporcalza					
Teléfono	268 439 0021					
E-mail:	http://www.holytek.com/p	Nombre de Contacto:	Imporcalza			

Figura 26 Ficha técnica de la máquina armadora de puntas.

Fuente: (Autores)

Luis Carlos		CALZADO "LUIS CARLOS"				
Industria de Calzado de Calidad		FICHA TECNICA EQUIPOS				
Código:	AR-AT			Foto del Equipo: 		
Nombre del Equipo:	ARMADORA DE TALONES					
Marca:	CERIM	Modelo:	K58			
Serie:	CK500	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"			
Fecha de compra (aaaa/mm/día):	30/04/2018					
Garantía en meses:	24.00					
Valor de compra:	\$ 14,200					
A cargo de:	Fernando Chicaiza		c.c.:	1823579514		
DATOS TÉCNICOS						
Tensión:	220V	Producción:	3000 pares/8hr	Potencia:	2 HP	
Otra:					60 HZ	
Accesorios:	MESA ESCUADRADORA, REGLA, GUIA CORREDIZA(AVION)					
Partes:	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema hidráulico • Contactores • Pulsadores • Temporizadores • Pistones • Pinzas de sujeción • Fin carrera 					
USOS O APLICACIONES						
<p>Gracias al sistema de sujeción de la horma con la almohadilla del talón, el asiento del talón está perfectamente moldeado y afilado en el borde; esto es posible con cualquier tipo de empeine y utilizando cementos tanto de neopreno como termoplásticos.</p> <p>Para lo último existe la versión con dispositivo de termoinyección, que elimina al trabajador empleado en la aplicación manual de cola.</p> <p>Además, las hormas especiales, como las tallas más pequeñas para niños, se duran fácilmente con excelentes resultados.</p>						
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION						
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, gogles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>						
RECOMENDACIONES DE USO:	<p>LEA EL MANUAL DEL EQUIPO ANTES DE OPERARLO. Antes de utilizar verificar la presión adecuada para cada material.</p>					
Proveedor	Imporcalza					
Teléfono	268 439 0021					
E-mail:	http://www.holytek.com/pr	Nombre de Contacto:	Imporcalza			

Figura 27 Ficha técnica de la máquina armadora de talones.

Fuente: (Autores)

Las otras fichas técnicas se encuentran en el anexo 1.

8.2 Resultados de crear una propuesta de un plan de mantenimiento para el aumento de la confiabilidad.

8.2.1 Recolección de datos.

8.2.1.1 Historial de actividades de mantenimiento.

La fábrica de calzado "Luis Carlos" no lleva un control de sus actividades de mantenimiento por lo que no se cuentan con datos o historiales de mantenimiento realizados en las máquinas.

8.2.1.2 Historial de repuestos adquiridos.

La empresa al no tener un registro de actividades de mantenimiento tampoco cuenta con historiales de repuestos adquiridos los cuales son utilizados para reemplazar piezas defectuosas de las máquinas. Cabe recalcar que las máquinas de la fábrica son

relativamente nuevas por lo que no han presentado fallas considerables en donde tenga que intervenir el reemplazo de alguno de sus componentes.

8.2.1.3 Historial de mantenimientos realizados en la maquinaria.

En la empresa no existe un registro de mantenimientos que hayan sido realizados a las maquinas por lo que para poder tener datos referenciales de las fallas se propuso realizar un contacto directo con los operadores de los equipos y así conocer su experiencia con la máquina.

8.2.1.4 Historial de fallos.

Para poder realizar un historial de fallos en vista de que no existe un registro histórico, se procedió a realizar una encuesta a los operadores de cada máquina y de esta manera con esta información poder saber el estado actual de la maquinaria como también mantenimientos correctivos realizados previamente por los mismos operadores. Las preguntas que conforman la encuesta realizada son las siguientes;

- ¿Cuándo fue la última vez que su máquina falló?
- ¿Pudo reparar el problema de una manera alternativa? Y si lo hizo, ¿Cómo lo hizo?
- ¿Cómo se reparó el problema de la manera adecuada? (para que no vuelva a ocurrir dicho problema)
- ¿Realiza usted algún tipo de mantenimiento a la máquina? (calibración y lubricación cuentan)
- ¿Alguien más externo a la empresa ha intervenido en la máquina?
- ¿Considera usted que si los fallos de la máquina se solucionen antes de iniciar su hora de trabajo mejoraría la producción?
- ¿Se siente cómodo trabajando con su máquina en su estado actual?
- ¿Considera que su máquina está funcionando correctamente?

El resultado de las encuestas se encuentra en el anexo 2.

8.2.1.5 Codificación de la maquinaria.

Se realizó la correcta codificación de la maquinaria siguiendo el formato propuesto para poder utilizar una abreviación del nombre de la maquina junto con la abreviación del nombre del área en la que esta trabaja y de esta manera utilizar este código en las ordenes de trabajo.

Tabla 12 Codificación de la maquinaria.

Área de trabajo	Máquina	Código
Troquelado y Corte	Troqueladora	TC-TR
Troquelado y Corte	Motor cardador	TC-MTC
Aparado	Máquina de coser de doble aguja	AP-MCD
Aparado	Máquina de coser de una aguja	AP-MCS
Aparado	Máquina de coser Strobel	AP-MCST
Aparado	Maquina destalladora	AP-DT
Aparado	Remachadora	AP-RM
Armado	Conformadora de talones	AR-CT
Armado	Conformadora de puntas	AR-CP
Armado	Reactivadora de puntas	AR-RP
Armado	Armadora de puntas	AR-AP
Armado	Reactivadora de talones	AR-RT
Armado	Armadora de talones	AR-AT
Armado	Pulidora con absorción independiente	AR-PL
Armado	Reactivador de suelas	AR-RS
Armado	Prensa "Boca de sapo"	AR-PB
Armado	Desarrugadura	AR-DS
Terminado	Estampadora	TM-ES
Terminado	Engomadora de rodillo	TM-ER

Fuente: (Autores)

8.2.1.1 Análisis de criticidad.

Se realizó un análisis de criticidad mediante el método de la matriz de priorización de Holmes la cual nos ayudará a determinar la maquinaria más crítica mediante la comparación de la prioridad que tiene cada proceso que realiza cada una de las máquinas al momento de cumplir su función en la elaboración del calzado.

8.2.1.2 Matriz de priorización de Holmes.

Mediante el método de la matriz de priorización de Holmes se determinaron las maquinas con mayor prioridad para la elaboración del calzado.

Cabe recalcar que para poder analizar su nivel de importancia y priorización en el momento de la comparativa de procesos, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Tiempo que le toma al equipo completar el proceso.
- El proceso es manual o es realizado completamente por una máquina.
- Tipo de alimentación energética (eléctrica, neumática, ambas).
- Recursos y herramientas utilizados para realizar el proceso.

Utilizando la plantilla anteriormente realizada, se procedió a dar los diferentes puntajes a cada uno de los procesos dependiendo de su nivel de importancia y prioridad frente a los demás procesos, todo esto tomando en cuenta los aspectos mencionados.

Tabla 13 Matriz de Holmes

N.º	Proceso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Suma	Orden
1	Troquelado de plantillas	0.5	1	0.5	1	1	0.5	0	0	0.5	1	0	1	0	0.5	1	1	0	0.5	1	0	1	1	1	1	1	16	0.05
2	Corte de piezas para el molde del zapato	0	0.5	0	1	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0	1	0.5	1	1	1	1	1	10.5	0.03
3	Unión de piezas recortadas	0.5	1	0.5	1	1	0.5	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	21	0.07
4	Eliminación de material en exceso	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	1	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7	0.02
5	pegado de forros en cuerpo	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	1	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.5	0.02
6	Maquinado de ojajillos	0.5	1	0.5	1	1	0.5	0.5	0.5	1	1	0	1	0	0.5	1	1	0.5	0.5	0	0.5	1	1	1	1	1	17.5	0.06
7	Pegado de forros en puntas	1	1	0	1	1	0.5	0.5	0	1	0.5	0	0.5	0	0.5	1	1	0.5	0.5	1	0	1	1	1	1	1	16.5	0.05
8	Pegado de forros en talones	1	1	0	1	1	0.5	1	0.5	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0.07
9	Grapar plantillas en hormas	0.5	1	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	8	0.03
10	Calentar punta	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	8	0.03
11	Armado de punta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	23.5	0.08
12	Calentar talón	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	8	0.03
13	Armado de talón	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	23.5	0.08
14	Eliminación de excesos	0.5	0.5	0	1	1	0.5	0.5	0	1	1	0	1	0	0.5	1	1	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	13.5	0.04
15	Dibujar contorno de la suela	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6.5	0.02
16	Aplicar pegamento en la suela y corte	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	8	0.03
17	Calentar Suela y corte	1	1	0	1	1	0.5	0.5	0	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	1	0.5	1	1	1	1	1	18.5	0.06
18	Pegar suela con el corte	0.5	1	0	1	1	0.5	0.5	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	18.5	0.06
19	Apilamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5	0.02
20	Pegar plantilla con talla y marca	1	0.5	0.5	1	1	0.5	1	0	1	1	0	1	0	0.5	1	0.5	0.5	0	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	15	0.05
21	Colocar pasadores	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.5	0.02
22	Retirar exceso de hilo	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.5	0.02
23	Colocar etiqueta con precio	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.5	0.02
24	Empaquetar el producto	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.5	0.02
25	Colocar etiqueta con precio y talla a cajas	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.5	0.02
Total		310.5																										

Fuente: (Autores)

Una vez obtenidos los resultados de cada proceso se procedió a realizar el cálculo de su Orden y de esta manera identificar los equipos críticos los cuales resultaron ser 4.

8.2.1.3 Selección de los equipos más críticos.

Después de hacer el análisis utilizando la matriz de prioridad de Holmes, se determinó que las máquinas más críticas son 4 las cuales son:

- Máquina de coser de doble aguja (0.07pts).
- Máquina conformadora de talones (0.07pts).
- Máquina armadora de puntas (0.08pts).
- Máquina armadora de talones (0.08pts).

8.2.1.4 Análisis de los equipos críticos.

Tabla 14 AMFE para la máquina armadora de puntas.

Máquina	Código	Modo de fallo	Efecto	Causa	Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR
Máquina armadora de puntas.	AR-AP	Pinzas sin ranuras de agarre	No tiene superficie ranurada para sujetar el material y estirarlo	Desgaste de ranuras	5	2	2	20
				Calibración incorrecta	4	7	2	56
				Montaje incorrecto de pinzas	5	6	2	60
		Muelles defectuosos	Las pinzas no se abren	Muelles desgastados	5	2	2	20
				Muelles obsoletos	6	2	2	24
				Montaje incorrecto entre el muelle y la pinza	4	5	4	80
		Filtro taponado	Movimientos lentos de la maquinaria por falta de caudal produciendo poca presión	Suciedad en el filtro	3	4	6	72
				Lubricante incorrecto	2	5	4	40
				No se limpia el depósito de líquido	3	7	4	84
		Embolo no se mueve	El pistón no se mueve	Acopladores mal conectados	2	6	7	84
				Filtro taponado	2	6	6	72
				Mangueras taponadas	2	6	7	84
		Embolo se desplaza con lentitud	La maquinaria se mueve con lentitud	Sellos del cilindro defectuosos	3	3	7	63
				Acopladores mal conectados	2	5	7	70
				Mangueras taponadas	2	6	6	72
		Mal funcionamiento del temporizador y no regula el tiempo de aplicación de presión	La plantilla no se adhiere con el corte	Sobrecarga del temporizador	4	2	8	64
				Temporizador cumplió su ciclo de vida	4	2	7	56
				Niquelinas quemadas	5	4	2	40
		Niquelinas no calientan	No se logra el planchado por parte de las placas de asiento	Las niquelinas no son las adecuadas	5	2	3	30
				Cortocircuito y las niquelinas no responden	5	3	5	75
				Sobrecarga	4	3	6	72
		Cableado interno en mal estado	Probabilidad de algún accidente o daño hacia la maquinaria	Sobrecarga	4	3	6	72
				Cableado obsoleto	5	2	7	70

Fuente: (Autores)

Tabla 15 AMFE para la máquina armadora de talones.

Máquina	Código	Modo de fallo	Efecto	Causa	Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR
Máquina armadora de talones.	AR-AT	Mal funcionamiento del temporizador y no regula el tiempo de aplicación de presión	La plantilla no se adhiere con el corte	Sobrecarga del temporizador	6	2	3	36
				Temporizador cumplió su ciclo de vida	8	2	3	48
		Niquelinas no calientan	No se logra el planchado por parte de las placas de asiento	Niquelinas quemadas	7	2	3	42
				Las niquelinas no son las adecuadas	8	2	2	32
				Cortocircuito y las niquelinas no responden	8	3	2	48
		Cableado interno en mal estado	Probabilidad de algún accidente o daño hacia la maquinaria	Sobrecarga	8	2	3	48
				Cableado obsoleto	8	3	3	72
		Filtro taponado	Movimientos lentos de la maquinaria por falta de caudal produciendo poca presión	Suciedad en el filtro	4	5	4	80
				Lubricante incorrecto	3	2	2	12
				No se limpia el depósito de líquido	3	5	4	60
		Embolo no se mueve	El pistón no se mueve	Acopladores mal conectados	3	3	4	36
				Filtro taponado	4	4	5	80
				Mangueras taponadas	4	4	5	80
		Embolo se desplaza con lentitud	La maquinaria se mueve con lentitud	Sellos del cilindro defectuosos	5	3	5	75
				Acopladores mal conectados	5	3	3	45
Mangueras taponadas	4			5	4	80		

Fuente: (Autores)

Tabla 16 AMFE para la máquina conformadora de talones.

Máquina	Código	Modo de fallo	Efecto	Causa	Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR	
Máquina para conformado de talones.	AR-CT	Quemadura de las niquelinas	No le da el preformado al talón del calzado	Sobrecalentamiento	6	5	3	90	
		Fuga de aire comprimido	El movimiento y la presión de los pistones no es correcta	Mala conexión de las mangueras	5	6	2	60	
				Mangueras averiadas	6	6	1	36	
		Pistón defectuoso	El pistón no ejerce la presión suficiente	Falla en la alimentación de aire comprimido	7	2	7	98	
				Desgaste de los sellos	4	3	6	72	
		Nulo ingreso de aire comprimido al sistema	Nulo avance de inyectores	Possible falta de lubricación del compresor provocando que este falle	3	4	5	60	
				No inicia el proceso de cementado	Medidor de presión presenta fallas	4	4	3	48
				Poco avance de los limpiadores hacia adelante					
		Los émbolos tienen movimiento pero mantienen la presión	Los inyectores avanzan demasiado tarde o pronto	Poca lubricación	4	3	2	24	
				Filtro taponado	6	2	3	36	
				Poco suministro de aire a la máquina	7	4	3	84	
		Válvulas funcionan de manera incorrecta	No realiza el armado correcto del talón	Montaje incorrecto	7	6	1	42	
				Lubricación incorrecta	4	4	2	32	
				Elementos internos defectuosos	6	2	6	72	
		Funcionamiento incorrecto de las mangueras	No suministran aire comprimido a la máquina	Mangueras rotas	6	2	5	60	
				Mangueras obstruidas	6	2	6	72	
				Mangueras mal acopladas	4	6	2	48	
Falta de lubricación	4			2	2	16			
Mal estado del filtro	7			2	3	42			

Fuente: (Autores)

Tabla 17 AMFE para la máquina de coser de doble aguja.

Máquina	Código	Modo de fallo	Efecto	Causa	Gravedad	Ocurrencia	Detección	IPR
Máquina de coser de doble aguja.	AP-MCD	Rotura del soporte del cortahilos	No corta automáticamente el hilo	Mal manejo por parte del operario	5	4	1	20
		Rotura de la aguja	No se puede coser los calzados	Barra de la aguja mal centrada.	8	9	1	72
				Transportador de tela mal posicionado.				
		Corto circuito en el motor	Se quema el motor	Problemas en la alimentación eléctrica	7	2	6	84
El movimiento de la aguja es lento y con poca fuerza	No cose de la manera adecuada y no traspasa algunos textiles	Desgaste de piezas mecánicas por falta de lubricación	5	3	6	90		

Fuente: (Autores)

Después de realizar el análisis de los equipos críticos mediante el método de Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) evaluando la gravedad, detección y probabilidad de ocurrencia de los modos de fallo de los equipos, obteniendo el IPR o Índice de Prioridad de Riesgo y se consiguieron resultados de IPR menores a 100 en estas máquinas por lo que no es necesario realizar cuadros correctivos para bajar su puntuación IPR para estas máquinas.

8.2.1.5 Codificación de las actividades de mantenimiento.

Se codificaron las actividades de mantenimiento de acuerdo con el formato establecido anteriormente dando como resultado la siguiente tabla con 204 actividades de mantenimiento repartidas para toda la maquinaria de la fábrica.

Tabla 18 Codificación y asignación de las actividades de mantenimiento.

Actividad	Área de trabajo	Máquina	Tipo de tarea	Numeración	Código
Limpieza superficial	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	1	TC-TR-TRPV-01
Revisión del sistema neumático	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	2	TC-TR-TRPV-02

Cambio de válvulas de alimentación	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRCV	3	TC-TR-TRCV-03
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	4	TC-TR-TRPV-04
Verificar sistema de alimentación neumático	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	5	TC-TR-TRPV-05
Lubricación de piezas móviles	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	6	TC-TR-TRPV-06
Limpieza superficial	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	1	TC-MTC-TRPV-01
Verificar ausencia de vibraciones	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	2	TC-MTC-TRPV-02
Verificar ausencia de sonidos extraños	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	3	TC-MTC-TRPV-03
Lubricación de rodamientos	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	4	TC-MTC-TRPV-04
Lubricación de partes móviles	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	5	TC-MTC-TRPV-05
Verificar estado del disco para cardar	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	6	TC-MTC-TRPV-06
Cambio del disco para cardar	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRCV	7	TC-MTC-TRCV-07
Limpieza superficial	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	1	AP-MCD-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	2	AP-MCD-TRPV-02
Cambio de aguja	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRCV	3	AP-MCD-TRCV-03
Limpieza interna	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	4	AP-MCD-TRPV-04
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	5	AP-MCD-TRPV-05
Limpieza superficial	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	1	AP-MCS-TRPV-01
Cambio de aguja	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRCV	2	AP-MCS-TRCV-02
Limpieza interna	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	3	AP-MCS-TRPV-03
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	4	AP-MCS-TRPV-04
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	5	AP-MCS-TRPV-05
Limpieza superficial	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	1	AP-MCST-TRPV-01
Cambio de aguja	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRCV	2	AP-MCST-TRCV-02
Limpieza interna	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	3	AP-MCST-TRPV-03
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	4	AP-MCST-TRPV-04
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	5	AP-MCST-TRPV-05
Limpieza superficial	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	1	AP-DT-TRPV-01
Limpieza interna	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	2	AP-DT-TRPV-02
Afilar cuchilla	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	3	AP-DT-TRPV-03
Cambio de cuchilla	Aparado	Maquina destalladora	TRCV	4	AP-DT-TRCV-04
Cambio de banda de transmisión	Aparado	Maquina destalladora	TRCV	5	AP-DT-TRCV-05
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	6	AP-DT-TRPV-06
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	7	AP-DT-TRPV-07
Limpieza superficial	Aparado	Remachadora	TRPV	1	AP-RM-TRPV-01
Limpieza interna	Aparado	Remachadora	TRPV	2	AP-RM-TRPV-02
Cambio de banda de transmisión	Aparado	Remachadora	TRCV	3	AP-RM-TRCV-03

Calibración del martillo	Aparado	Remachadora	TRPV	4	AP-RM-TRPV-04
Cambio de dados	Aparado	Remachadora	TRCV	5	AP-RM-TRCV-05
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Remachadora	TRPV	6	AP-RM-TRPV-06
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Remachadora	TRPV	7	AP-RM-TRPV-07
Limpieza superficial	Armado	Conformadora de talones	TRPV	1	AR-CT-TRPV-01
Limpieza de actuadores neumáticos	Armado	Conformadora de talones	TRPV	2	AR-CT-TRPV-02
Cambio de válvulas	Armado	Conformadora de talones	TRCV	3	AR-CT-TRCV-03
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Conformadora de talones	TRPV	4	AR-CT-TRPV-04
Cambio de pistones	Armado	Conformadora de talones	TRCV	5	AR-CT-TRCV-05
Revisión del estado de los pistones	Armado	Conformadora de talones	TRPV	6	AR-CT-TRPV-06
Cambio de niquelina	Armado	Conformadora de talones	TRCV	7	AR-CT-TRCV-07
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Conformadora de talones	TRPV	8	AR-CT-TRPV-08
Lubricación de piezas móviles	Armado	Conformadora de talones	TRPV	9	AR-CT-TRPV-09
Calibración de la presión	Armado	Conformadora de talones	TRPV	10	AR-CT-TRPV-10
Verificar la presión	Armado	Conformadora de talones	TRPV	11	AR-CT-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Conformadora de talones	TRPV	12	AR-CT-TRPV-12
Verificar sistema de alimentación neumático	Armado	Conformadora de talones	TRPV	13	AR-CT-TRPV-13
Limpieza superficial	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	1	AR-CP-TRPV-01
Limpieza de actuadores neumáticos	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	2	AR-CP-TRPV-02
Cambio de válvulas	Armado	Conformadora de puntas	TRCV	3	AR-CP-TRCV-03
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	4	AR-CP-TRPV-04
Cambio de pistones	Armado	Conformadora de puntas	TRCV	5	AR-CP-TRCV-05
Revisión del estado de los pistones	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	6	AR-CP-TRPV-06
Cambio de niquelina	Armado	Conformadora de puntas	TRCV	7	AR-CP-TRCV-07
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	8	AR-CP-TRPV-08
Lubricación de piezas móviles	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	9	AR-CP-TRPV-09
Calibración de la presión	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	10	AR-CP-TRPV-10
Verificar la presión	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	11	AR-CP-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	12	AR-CP-TRPV-12
Verificar sistema de alimentación neumático	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	13	AR-CP-TRPV-13
Limpieza superficial	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	1	AR-RP-TRPV-01
Limpieza interna	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	2	AR-RP-TRPV-02
Llenar depósito de agua	Armado	Reactivadora de puntas	TRCV	3	AR-RP-TRCV-03
Cambio de niquelina	Armado	Reactivadora de puntas	TRCV	4	AR-RP-TRCV-04
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	5	AR-RP-TRPV-05
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	6	AR-RP-TRPV-06

Revisión de molde activador	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	7	AR-RP-TRPV-07
Cambio de molde activador	Armado	Reactivadora de puntas	TRCV	8	AR-RP-TRCV-08
Lubricación de piezas móviles	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	9	AR-RP-TRPV-09
Limpieza superficial	Armado	Armadora de puntas	TRPV	1	AR-AP-TRPV-01
Limpieza de actuadores hidráulicos	Armado	Armadora de puntas	TRPV	2	AR-AP-TRPV-02
Cambio de válvulas	Armado	Armadora de puntas	TRCV	3	AR-AP-TRCV-03
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Armadora de puntas	TRPV	4	AR-AP-TRPV-04
Cambio de pistones	Armado	Armadora de puntas	TRCV	5	AR-AP-TRCV-05
Revisión del estado de los pistones	Armado	Armadora de puntas	TRPV	6	AR-AP-TRPV-06
Llenado del depósito de aceite	Armado	Armadora de puntas	TRCV	7	AR-AP-TRCV-07
Revisión del estado del depósito de aceite	Armado	Armadora de puntas	TRPV	8	AR-AP-TRPV-08
Lubricación de piezas móviles	Armado	Armadora de puntas	TRPV	9	AR-AP-TRPV-09
Calibración de las pinzas laterales	Armado	Armadora de puntas	TRCV	10	AR-AP-TRCV-10
Verificar el estado de las pinzas laterales	Armado	Armadora de puntas	TRPV	11	AR-AP-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Armadora de puntas	TRPV	12	AR-AP-TRPV-12
Verificar sistema electrónico	Armado	Armadora de puntas	TRPV	13	AR-AP-TRPV-13
Limpieza de filtro	Armado	Armadora de puntas	TRPV	14	AR-AP-TRPV-14
Cambio de filtro	Armado	Armadora de puntas	TRCV	15	AR-AP-TRCV-15
Verificación de los sellos de los cilindros	Armado	Armadora de puntas	TRPV	16	AR-AP-TRPV-16
Revisión del estado de las mangueras	Armado	Armadora de puntas	TRPV	17	AR-AP-TRPV-17
Cambio de mangueras	Armado	Armadora de puntas	TRCV	18	AR-AP-TRCV-18
Revisión de contactores	Armado	Armadora de puntas	TRPV	19	AR-AP-TRPV-19
Cambio de contactores	Armado	Armadora de puntas	TRCV	20	AR-AP-TRCV-20
Revisión de relés	Armado	Armadora de puntas	TRPV	21	AR-AP-TRPV-21
Cambio de relés	Armado	Armadora de puntas	TRCV	22	AR-AP-TRCV-22
Revisión de temporizadores	Armado	Armadora de puntas	TRPV	23	AR-AP-TRPV-23
Cambio de temporizadores	Armado	Armadora de puntas	TRCV	24	AR-AP-TRCV-24
Revisión de resistencias	Armado	Armadora de puntas	TRPV	25	AR-AP-TRPV-25
Cambio de resistencias	Armado	Armadora de puntas	TRCV	26	AR-AP-TRCV-26
Limpieza superficial	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	1	AR-RT-TRPV-01
Limpieza interna	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	2	AR-RT-TRPV-02
Llenar depósito de agua	Armado	Reactivadora de talones	TRCV	3	AR-RT-TRCV-03
Cambio de niquelina	Armado	Reactivadora de talones	TRCV	4	AR-RT-TRCV-04
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	5	AR-RT-TRPV-05
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	6	AR-RT-TRPV-06
Revisión de molde activador	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	7	AR-RT-TRPV-07

Cambio de molde activador	Armado	Reactivadora de talones	TRCV	8	AR-RT-TRCV-08
Lubricación de piezas móviles	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	9	AR-RT-TRPV-09
Limpieza superficial	Armado	Armadora de talones	TRPV	1	AR-AT-TRPV-01
Limpieza de actuadores hidráulicos	Armado	Armadora de talones	TRPV	2	AR-AT-TRPV-02
Cambio de válvulas	Armado	Armadora de talones	TRCV	3	AR-AT-TRCV-03
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Armadora de talones	TRPV	4	AR-AT-TRPV-04
Cambio de pistones	Armado	Armadora de talones	TRCV	5	AR-AT-TRCV-05
Revisión del estado de los pistones	Armado	Armadora de talones	TRPV	6	AR-AT-TRPV-06
Llenado del depósito de aceite	Armado	Armadora de talones	TRCV	7	AR-AT-TRCV-07
Revisión del estado del depósito de aceite	Armado	Armadora de talones	TRPV	8	AR-AT-TRPV-08
Lubricación de piezas móviles	Armado	Armadora de talones	TRPV	9	AR-AT-TRPV-09
Calibración de las pinzas laterales	Armado	Armadora de talones	TRCV	10	AR-AT-TRCV-10
Verificar el estado de las pinzas laterales	Armado	Armadora de talones	TRPV	11	AR-AT-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Armadora de talones	TRPV	12	AR-AT-TRPV-12
Verificar sistema electrónico	Armado	Armadora de talones	TRPV	13	AR-AT-TRPV-13
Limpieza de filtro	Armado	Armadora de talones	TRPV	14	AR-AT-TRPV-14
Cambio de filtro	Armado	Armadora de talones	TRCV	15	AR-AT-TRCV-15
Verificación de los sellos de los cilindros	Armado	Armadora de talones	TRPV	16	AR-AT-TRPV-16
Revisión del estado de las mangueras	Armado	Armadora de talones	TRPV	17	AR-AT-TRPV-17
Cambio de mangueras	Armado	Armadora de talones	TRCV	18	AR-AT-TRCV-18
Revisión de contactores	Armado	Armadora de talones	TRPV	19	AR-AT-TRPV-19
Cambio de contactores	Armado	Armadora de talones	TRCV	20	AR-AT-TRCV-20
Revisión de relés	Armado	Armadora de talones	TRPV	21	AR-AT-TRPV-21
Cambio de relés	Armado	Armadora de talones	TRCV	22	AR-AT-TRCV-22
Revisión de temporizadores	Armado	Armadora de talones	TRPV	23	AR-AT-TRPV-23
Cambio de temporizadores	Armado	Armadora de talones	TRCV	24	AR-AT-TRCV-24
Revisión de resistencias	Armado	Armadora de talones	TRPV	25	AR-AT-TRPV-25
Cambio de resistencias	Armado	Armadora de talones	TRCV	26	AR-AT-TRCV-26
Verificación del funcionamiento del fin carrera	Armado	Armadora de talones	TRPV	27	AR-AT-TRPV-27
Cambio de fin carrera	Armado	Armadora de talones	TRCV	28	AR-AT-TRCV-28
Limpieza superficial	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	1	AR-PL-TRPV-01
Verificar ausencia de vibraciones	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	2	AR-PL-TRPV-02
Verificar ausencia de sonidos extraños	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	3	AR-PL-TRPV-03
Limpieza del ventilador	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	4	AR-PL-TRPV-04
Cambio de ventilador	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRCV	5	AR-PL-TRCV-05
Lubricación de rodamientos	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	6	AR-PL-TRPV-06

Lubricación de partes móviles	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	7	AR-PL-TRPV-07
Verificar estado del para pulidor	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	8	AR-PL-TRPV-08
Cambio del disco para pulir	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRCV	9	AR-PL-TRCV-09
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	10	AR-PL-TRPV-10
Limpieza superficial	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	1	AR-RS-TRPV-01
Verificar temperatura	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	2	AR-RS-TRPV-02
Limpieza interna	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	3	AR-RS-TRPV-03
Revisión de contactores	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	4	AR-RS-TRPV-04
Cambio de contactores	Armado	Reactivador de suelas	TRCV	5	AR-RS-TRCV-05
Revisión de relés	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	6	AR-RS-TRPV-06
Cambio de relés	Armado	Reactivador de suelas	TRCV	7	AR-RS-TRCV-07
Revisión de temporizadores	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	8	AR-RS-TRPV-08
Cambio de temporizadores	Armado	Reactivador de suelas	TRCV	9	AR-RS-TRCV-09
Revisión de resistencias	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	10	AR-RS-TRPV-10
Cambio de resistencias	Armado	Reactivador de suelas	TRCV	11	AR-RS-TRCV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	12	AR-RS-TRPV-12
Lubricación de partes móviles	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	13	AR-RS-TRPV-13
Verificar ausencia de vibraciones	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	14	AR-RS-TRPV-14
Verificar ausencia de sonidos extraños	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	15	AR-RS-TRPV-15
Limpieza superficial	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	1	AR-PB-TRPV-01
Limpieza de actuadores neumáticos	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	2	AR-PB-TRPV-02
Cambio de válvulas	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRCV	3	AR-PB-TRCV-03
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	4	AR-PB-TRPV-04
Cambio de pistones	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRCV	5	AR-PB-TRCV-05
Revisión del estado de los pistones	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	6	AR-PB-TRPV-06
Limpieza interna	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	7	AR-PB-TRPV-07
Lubricación de piezas móviles	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	8	AR-PB-TRPV-08
Calibración de la presión	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRCV	9	AR-PB-TRCV-09
Verificar la presión	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	10	AR-PB-TRPV-10
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	11	AR-PB-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación neumático	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	12	AR-PB-TRPV-12
Limpieza superficial	Armado	Desarrugadura	TRPV	1	AR-DS-TRPV-01
Limpieza interna	Armado	Desarrugadura	TRPV	2	AR-DS-TRPV-02
Cambio de ventilador	Armado	Desarrugadura	TRCV	3	AR-DS-TRCV-03
Revisión del estado del ventilador	Armado	Desarrugadura	TRPV	4	AR-DS-TRPV-04
Cambio de rodillo desarrugador	Armado	Desarrugadura	TRCV	5	AR-DS-TRCV-05

Revisión del estado del rodillo desarrugador	Armado	Desarrugadura	TRPV	6	AR-DS-TRPV-06
Cambio de niquelina	Armado	Desarrugadura	TRCV	7	AR-DS-TRCV-07
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Desarrugadura	TRPV	8	AR-DS-TRPV-08
Lubricación de piezas móviles	Armado	Desarrugadura	TRPV	9	AR-DS-TRPV-09
Calibración de la temperatura	Armado	Desarrugadura	TRCV	10	AR-DS-TRCV-10
Verificar la temperatura	Armado	Desarrugadura	TRPV	11	AR-DS-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Desarrugadura	TRPV	12	AR-DS-TRPV-12
Limpieza superficial	Terminado	Estampadora	TRPV	1	TM-ES-TRPV-01
Limpieza interna	Terminado	Estampadora	TRPV	2	TM-ES-TRPV-02
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Terminado	Estampadora	TRPV	3	TM-ES-TRPV-03
Lubricación de piezas móviles	Terminado	Estampadora	TRPV	4	TM-ES-TRPV-04
Cambio de niquelina	Terminado	Estampadora	TRCV	5	TM-ES-TRCV-05
Revisión del estado de la niquelina	Terminado	Estampadora	TRPV	6	TM-ES-TRPV-06
Limpieza superficial	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	1	TM-ER-TRPV-01
Limpieza interna	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	2	TM-ER-TRPV-02
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	3	TM-ER-TRPV-03
Lubricación de piezas móviles	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	4	TM-ER-TRPV-04
Cambio de rodillos	Terminado	Engomadora de rodillo	TRCV	5	TM-ER-TRCV-05
Revisión del estado de los rodillos	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	6	TM-ER-TRPV-06
Revisión del estado del depósito de pegamento	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	7	TM-ER-TRPV-07
Rellenar depósito de pegamento	Terminado	Engomadora de rodillo	TRCV	8	TM-ER-TRCV-08

Fuente: (Autores)

8.2.1.6 Cronograma de actividades.

Se realizó una distribución de las actividades de tal manera que se pueda apreciar cuales de estas serán realizadas de manera ya sea diaria, mensual, trimestral, semestral o anual.

A cada grupo de actividades se les asignó un color de tal manera que se pueda diferenciar a que periodo de tiempo pertenecen. Los colores son:

- Actividades Diarias (Verde).
- Actividades Mensuales (Azul).
- Actividades Trimestrales (Amarillo).
- Actividades Semestrales (Naranja).
- Actividades Anuales (Gris).

De esta manera las actividades quedan distribuidas de la siguiente forma:

Tabla 19 Distribución de las actividades.

Diario	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
--------	---------	------------	-----------	-------

Limpieza superficial	Calibración de la presión	Afilar cuchilla	Revisión de molde activador	Cambio de banda de transmisión
Verificación de los sellos de los cilindros	Calibración de la temperatura	Calibración del martillo	Revisión de relés	Cambio de cuchilla
Verificación del funcionamiento del fin carrera	Calibración de las pinzas laterales	Cambio de aguja	Revisión de resistencias	Cambio de filtro
Verificar ausencia de sonidos extraños	Limpieza de actuadores hidráulicos	Cambio del disco para cardar	Revisión de temporizadores	
Verificar ausencia de vibraciones	Llenar depósito de agua	Limpieza de filtro		
Verificar el estado de las pinzas laterales	Lubricación de partes móviles	Limpieza del ventilador		
Verificar estado del disco para cardar	Lubricación de rodamientos	Limpieza interna		
Verificar estado del para pulidor		Llenado del depósito de aceite		
Verificar la presión		Rellenar depósito de pegamento		
Verificar la temperatura		Revisión de contactores		
Verificar sistema de alimentación eléctrico		Revisión del estado de la níquelina		
Verificar sistema de alimentación neumático		Revisión del estado de las mangueras		
Verificar sistema electrónico		Revisión del estado de las válvulas		
		Revisión del estado del depósito de aceite		
		Revisión del estado del depósito de pegamento		
		Revisión del estado del rodillo desarrugador		
		Revisión del estado del ventilador		

Fuente: (Autores)

Las actividades se encuentran distribuidas de manera detallada en el anexo 3.

8.2.1.7 Distribución de las actividades para cada día del año.

Un ejemplo de cómo se distribuirán las actividades durante un mes del año 2022 se puede observar en la siguiente figura:



Figura 28 Distribución de actividades para el mes de marzo del 2022.

Fuente: (Autores)

El calendario completo de las actividades se encuentra en el anexo 4.

8.3 Resultados del desarrollo de una herramienta informática que permita almacenar la información relacionada con las actividades de mantenimiento para generar futuros estudios de confiabilidad.

8.3.1 Desarrollo de la herramienta GMAO para la empresa Luis Carlos

Una vez formulada la base teórica, generada una propuesta de diseño GMAO y elegido el lenguaje de programación, se procede a realizar los distintos algoritmos. A continuación, se presentan las distintas interfaces y diagramas de funcionamiento de cada módulo y submódulo.

8.3.1.1 Interfaz general de la herramienta GMAO

A continuación se presenta el desarrollo de la base de datos y de la interfaz del GMAO en el entorno virtual Visual Basic, tomando en cuenta que el mismo está dividido en 5 módulos con sus respectivos submódulos los mismos que almacenan la información ingresada en diferentes tablas organizadas e interactivas entre sí y de esta manera garantizar el buen funcionamiento del software.

En la Figura 29 se puede observar la interfaz general del GMAO en donde se presenta visualmente los distintos módulos los cuales están enlazados a su respectiva interfaz con una fácil interacción entre humano-máquina.



Figura 29 Interfaz general del GMAO.

Fuente: (Autores)

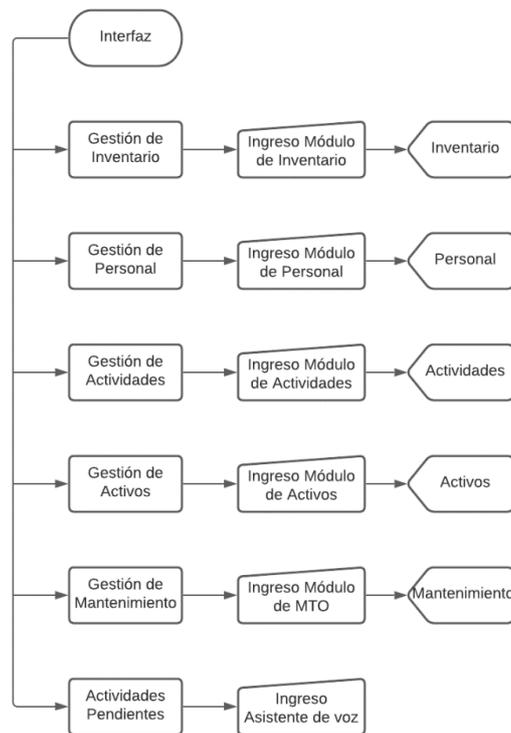


Figura 30 Diagrama de funcionamiento de la interfaz general.

Fuente: (Autores)

8.3.1.2 Módulo de Gestión de Activos Físicos

Se usa para conceptualizar toda la información fundamental que tiene que ver con la maquinaria existente, sus sistemas y sus elementos, los repuestos, materiales de mantenimiento y consumibles que comúnmente se usan para realizar las actividades de mantenimiento. Este módulo se divide en 4 submódulos, los cuales son: Activos, Sistemas de los activos, Elementos de los Sistemas de los activos e Historial de fallas de activos (Figura 31).

En los submódulos “Activos” y “Sistemas de los activos” se muestra información fundamental que trata sobre las propiedades concretas, las criticidades, los tiempos de manejo, los planes de mantenimiento y los documentos (ficha técnica, manuales y esquemas) de los activos. El submódulo “Historial de Fallas de activos” es en donde se registran cada una de las fallas que van presentando las maquinas durante su vida útil en donde se puede encontrar las fechas de ocurrencia, el tipo de mantenimiento aplicado, tiempo fuera de servicio, las tareas de mantenimiento llevadas a cabo, los costos totales y los repuestos requeridos, todo extraído de la orden de trabajo.



Figura 31 Interfaz de Módulo de gestión de Activos.

Fuente: (Autores)

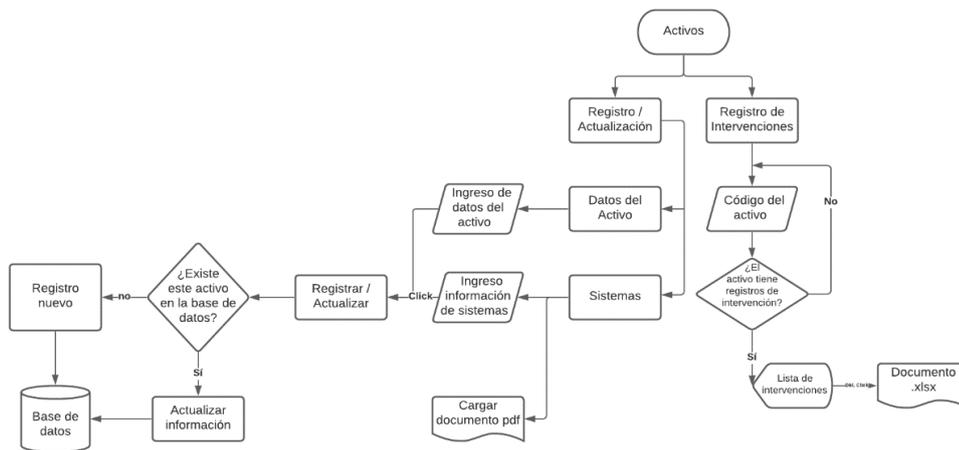


Figura 32 Ingreso de datos en el módulo de gestión de activos.

Fuente: (Autores)

8.3.1.3 Módulo de Administración de Inventarios

Esté módulo nos da la posibilidad de conservar y mantener el control de los registros de los repuestos, consumibles y materiales y herramientas de mantenimiento que se encuentren dentro del almacén de la fábrica, y que sean accesibles para las distintas ocupaciones de mantenimiento que se van a hacer. Este módulo posibilita mantener el control del acceso y salida de los recursos de mantenimiento por medio de 2 submódulos, los cuales son: Inventario de Herramientas/Repuestos/Materiales de mantenimiento/Consumibles (Figura 33) y Registros de entradas, salidas y devoluciones de insumos. (Figura 34).

Interfaz

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

Luis Grlos Industria de Calzado de Calidad

Selección el tipo de insumo

HERRAMIENTA REPUESTO MATERIALES DE MTO

Código Producto Categoría Almacén Unidades Ingresar

CÓDIGO	PRODUCTO	CATEGORÍA	ALMACÉN	UNID.	Estado	Stock Máxim	Existencia Actual	Tipo
AAA-111	BOMBILLO CFL T2 15W DL	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 1	Und.		6,00	-	
AAA-112	GAS REFRIGERANTE 134A KG	REFRIGERACIÓN	ALMACÉN 1	KG.		6,00	30,00	
AAA-113	CEMENTO BLANCO 1 LB	AGREGADOS	ALMACÉN 1	KG.		40,00	100,00	
AAA-114	CLAVO DE ACERO 1"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.		1,00	2,00	
AAA-115	CLAVO DE ACERO 2 1/2"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.		3,00	6,00	
AAA-116	CABLE ELECT 12 AWG ST VERDE	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 1	M.		50,00	5,00	
AAA-118	CABLE ELECT 6 AWG ST ROJO	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 2	M.		50,00	112,00	
AAA-119	CABLE ELECT 4 AWG ST AZUL	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 2	M.		50,00	-	
AAA-120	ALAMBRE ELECT 12 AWG BLAN	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 2	m		70,00	20,00	
AAA-121	GUANTES PARA SOLDAR DUR	SEGURIDAD	ALMACÉN 2	Und.		4,00	40,00	
AAA-122	GUANTES DE CUERO INDUSTRI	SEGURIDAD	ALMACÉN 2	Und.		4,00	156,00	
AAA-123	GAFAS DE SOLDAR 7' 5' 1 DIN	SEGURIDAD	ALMACÉN 2	Und.		4,00	20,00	
AAA-124	CEMENTO GRIS 1 LB	AGREGADOS	ALMACÉN 3	Und.		30,00	-	

Figura 33 Interfaz de Inventario de insumos.

Fuente: (Autores)

Interfaz

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR

Luis Grlos Industria de Calzado de Calidad

Nota:
Para agregar insumos utilice el signo +
Para retirar insumos utilice el signo -

Código Ingresar

Cantidad

Fecha	Código	Producto	Categoría	Almacén	Unid.	Existencia	Cent.
01-mar-20	AAA-112	GAS REFRIGERANTE 134A KG	REFRIGERACIÓN	ALMACÉN 1	KG.	35,00	(40,00)
20-mar-20	AAA-121	GUANTES PARA SOLDAR DURA +	SEGURIDAD	ALMACÉN 2	Und.	40,00	(40,00)
06-mar-20	AAA-122	GUANTES DE CUERO INDUSTRIAL	SEGURIDAD	ALMACÉN 2	Und.	156,00	(24,00)
28-feb-20	AAA-112	GAS REFRIGERANTE 134A KG	REFRIGERACIÓN	ALMACÉN 1	KG.	35,00	(20,00)
05-mar-20	AAA-111	BOMBILLO CFL T2 15W DL	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 1	Und.	-	(20,00)
20-mar-20	AAA-121	GUANTES PARA SOLDAR DURA +	SEGURIDAD	ALMACÉN 2	Und.	40,00	(20,00)
08-mar-20	AAA-114	CLAVO DE ACERO 1"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.	2,00	(18,00)
29-feb-20	AAA-112	GAS REFRIGERANTE 134A KG	REFRIGERACIÓN	ALMACÉN 1	KG.	35,00	(10,00)
06-mar-20	AAA-118	CABLE ELECT 6 AWG ST ROJO	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 2	M.	112,00	(10,00)
02-mar-20	AAA-114	CLAVO DE ACERO 1"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.	2,00	2,00
22-feb-20	AAA-114	CLAVO DE ACERO 1"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.	2,00	4,00
24-feb-20	AAA-115	CLAVO DE ACERO 2 1/2"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.	8,00	4,00
02-mar-20	AAA-114	CLAVO DE ACERO 1"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.	2,00	4,00
25-feb-20	AAA-116	CABLE ELECT 12 AWG ST VERDE	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 1	M.	5,00	5,00
26-feb-20	AAA-117	CABLE ELECT 12 AWG ST AMARIL	ELECTRICIDAD	ALMACÉN 2	M.	10,00	10,00
02-mar-20	AAA-114	CLAVO DE ACERO 1"	FERRERÍA	ALMACÉN 1	KG.	2,00	10,00

Figura 34 Interfaz de registro de entrada, salida y devolución de insumos.

Fuente: (Autores)

En los submódulos Inventario de Herramientas, Inventario de Repuestos, Inventario de Materiales de Mantenimiento e Inventario de Consumibles se muestra la porción que existe y la porción en reserva, así como además los precios unitarios y el grado de pedido, el cual posibilita mantener el control de la proporción de reserva dentro del almacén y el instante en el cual se tendrá que solicitar la compra de los recursos. (Figura 35). El submódulo Solicitud de Consumo es en donde se almacenan cada una de las demandas que se realicen al almacén de los materiales, que se necesiten para el mantenimiento.

Estado									
CÓDIGO	PRODUCTO	CATEGORÍA	ALMACÉN	UND.	Est.	Stock Mínim	Existencia Actual	Tipo	
AAA-111	BOMBILLO CFL T2 15W DL	ELECTRICIDAD	ALMACÉN	Und.	✖	6,00	-		
AAA-112	GAS REFRIGERANTE 134A KG	REFRIGERACION	ALMACÉN	KG.	✔	6,00	30,00		
AAA-113	CEMENTO BLANCO 1LB	AGREGADOS	ALMACÉN	KG.	✔	42,00	100,00		
AAA-114	CLAVO DE ACERO 1"	FERRETERÍA	ALMACÉN	KG.	✔	1,00	2,00		
AAA-115	CLAVO DE ACERO 2 1/2"	FERRETERÍA	ALMACÉN	KG.	✔	1,00	8,00		
AAA-116	CABLE ELECT 12 AWG ST VERDE	ELECTRICIDAD	ALMACÉN	M.	⚠	50,00	5,00		
AAA-117	CABLE ELECT 12 AWG ST AMARILLO	ELECTRICIDAD	ALMACÉN	M.	⚠	50,00	10,00		
AAA-118	CABLE ELECT 6 AWG ST ROJO	ELECTRICIDAD	ALMACÉN	M.	✔	50,00	112,00		
AAA-119	CABLE ELECT 4 AWG ST AZUL	ELECTRICIDAD	ALMACÉN	M.	✖	50,00	-		
AAA-120	ALAMBRE ELECT 12 AWG BLANCO	ELECTRICIDAD	ALMACÉN	m	⚠	70,00	20,00		
AAA-121	GUANTES PARA SOLDAR DURA+ GRI SEGURIDAD	SEGURIDAD	ALMACÉN	Und.	✔	4,00	40,00		
AAA-122	GUANTES DE CUERO INDUSTRIAL DU SEGURIDAD	SEGURIDAD	ALMACÉN	Und.	✔	4,00	156,00		
AAA-123	GAFAS DE SOLDAR JY 5 1 DIN 019	SEGURIDAD	ALMACÉN	Und.	✔	4,00	20,00		
AAA-124	CEMENTO GRIS 1LB	AGREGADOS	ALMACÉN	Und.	✔	10,00	40,00		

Figura 35 Gestión de insumos.

Fuente: (Autores)

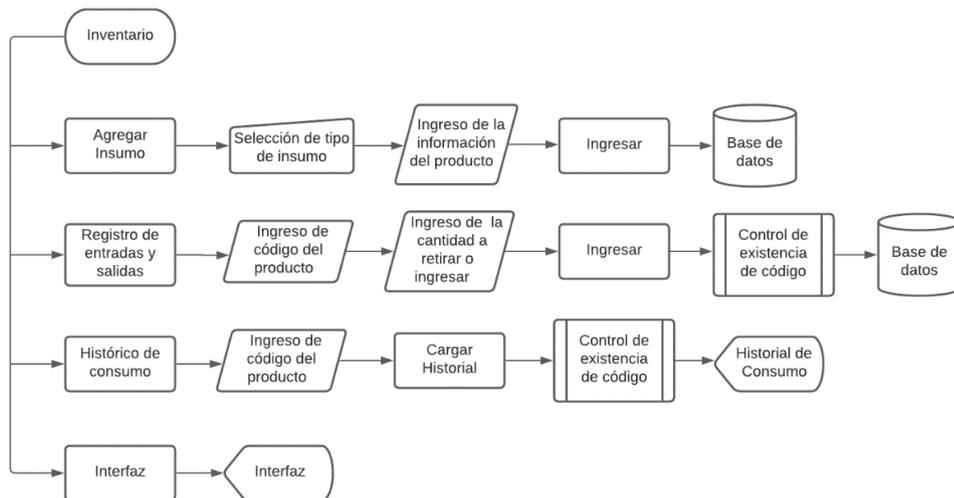


Figura 36 Ingreso de datos en el módulo de gestión de inventario.

Fuente: (Autores)

8.3.1.4 Módulo de Gestión de Actividades

Este módulo es el encargado de gestionar todas las actividades de mantenimiento relacionadas con los activos, este módulo está estrechamente ligado con el módulo de "Gestión de activos". En este módulo se pueden registrar o actualizar todas las actividades de mantenimiento que necesita la maquinaria. Recopila información relevante como Actividad, área de trabajo, máquina, tipo de tarea (preventiva o correctiva), numeración y codificación. (Figura 37)

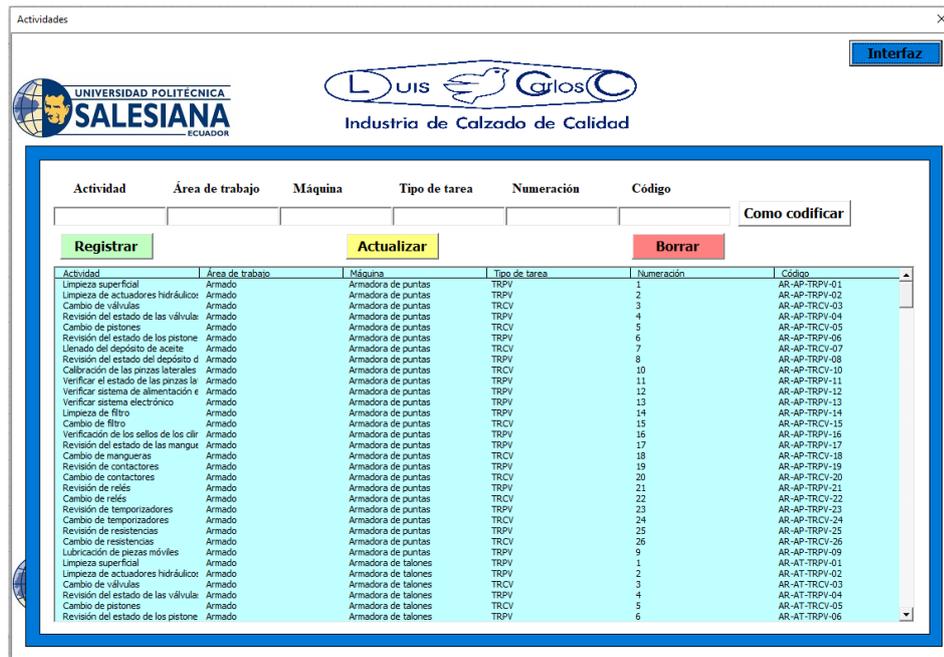


Figura 37 Interfaz de Gestión de Actividades.

Fuente: (Autores)

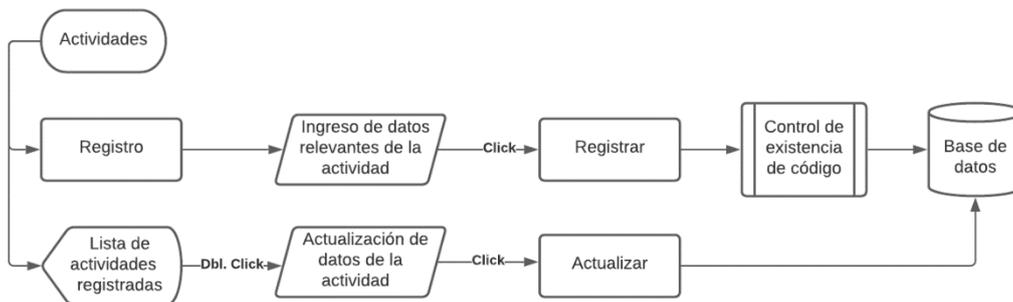


Figura 38 Ingreso de datos en el módulo de gestión de actividades.

Fuente: (Autores)

8.3.1.5 Módulo de Administración de Personal

El presente módulo se usa para recopilar toda la información relacionada con el personal de la empresa, tales como los datos individuales, los datos laborales y las ocupaciones que haga cada trabajador. Este módulo se divide en 4 submódulos, los cuales son: Datos personales, Datos académicos, Datos laborales y Registros de intervenciones (Figura 39).



Figura 39 Interfaz módulo de gestión de Personal.

Fuente: (Autores)

En el submódulo “Datos personales” se registra toda la información personal de cada trabajador, tales como el nombre y apellido, el estado civil, la fecha de origen, la dirección de residencia y el teléfono. Dentro del submódulo “Datos Académicos” se ingresa toda la información en cuanto a los estudios del trabajador y su capacitación previa, sin embargo, en el submódulo “Datos Laborales” se registra toda la información del trabajador involucrado con respecto al trabajo que desempeña en la empresa, como el cargo que ocupa, el horario, el sueldo y la capacitación interna. Todos los trabajos de mantenimiento que realicen los trabajadores se registran en el submódulo “Registro de Intervenciones”, en donde se especifican el número de orden de trabajo, las ocupaciones de mantenimiento llevadas a cabo, el tiempo invertido, las horas adicionales y el manejo del trabajador.

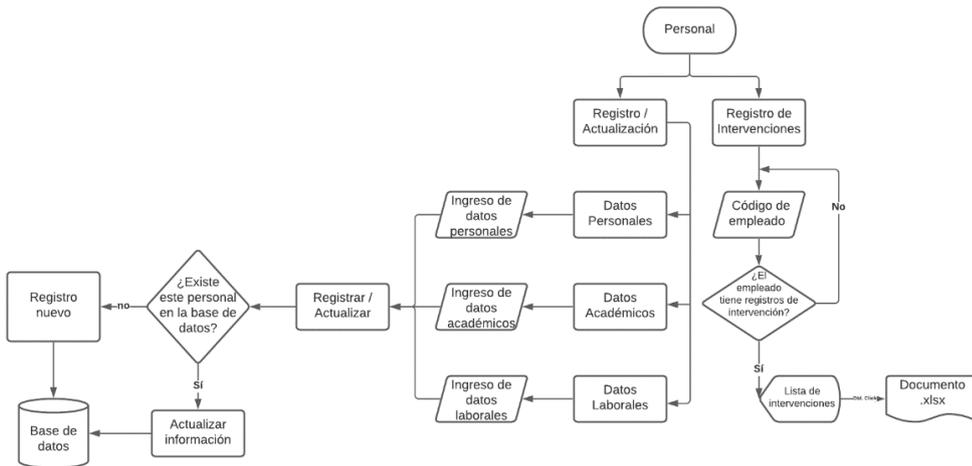


Figura 40 Ingreso de datos en el módulo de gestión de personal.

Fuente: (Autores)

8.3.1.6 Módulo de Administración de Mantenimiento

En este módulo se ocupa todo aquello que tiene relación con la orden de trabajo, a la planeación y programación de las ocupaciones de mantenimiento y al registro de estas, por

lo que este módulo es considerado el central ya que se relaciona con básicamente todos los módulos del GMAO. Este módulo viene estructurado por 8 submódulos, los cuales son: Ordenes de trabajo, Ordenes de trabajo pendientes, Mantenimiento diario, Mantenimiento mensual, Mantenimiento trimestral, Mantenimiento semestral, Mantenimiento Anual y Seguimiento de activos (Figura 41).

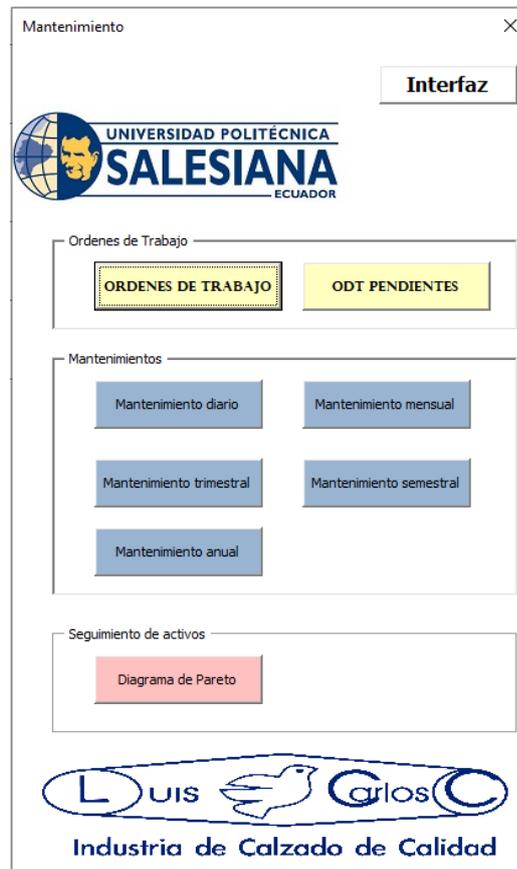


Figura 41 Interfaz módulo de gestión de mantenimiento.

Fuente: (Autores)

El submódulo “Ordenes de trabajo” es el que gestiona todos los trabajos de mantenimiento conformando fundamentalmente el corazón del GMAO, debido a que en este se registran cada una de las demandas de trabajos de mantenimiento requeridos y realizados, involucrando información extraída de otros módulos. Este submódulo recopila información fundamental, tales como el número de orden de trabajo, la fecha de solicitud, el solicitante, el activo a atender, el tipo de mantenimiento, la especificación del trabajo, el tiempo estimado de ejecución del mantenimiento, el responsable de la ejecución, herramientas, repuestos, consumibles y materiales de mantenimiento requeridos, las fallas detectadas, reporte técnico y por último el tiempo de parada. (Figura 42)

Figura 42 Submódulo de Orden de trabajo.

Fuente: (Autores)

El submódulo “Ordenes de trabajo” pendientes es en donde se enlistan las distintas ordenes de trabajo que aún no han sido culminadas, sin embargo, los submódulos Mantenimiento diario, Mantenimiento mensual, Mantenimiento trimestral, Mantenimiento semestral y Mantenimiento Anual son los que contienen el registro de las ocupaciones de mantenimiento que se hayan programado para futuras fechas las cuales son planteadas diaria, mensual, trimestral, semestral y anualmente según los planes de mantenimiento registrados. En dichos submódulos se especifican el nombre de la actividad de mantenimiento, área de trabajo, el activo asociado, tipo de tarea y su respectivo código. (Figura 43)

Mantenimiento Semestral						
Actividad	Área de tral	Máquina	Tipo de ta	Numerac	Código	
Revisión de molde activador	Armado	activadora de punta	TRPV	7	AR-RP-TRPV-07	
Revisión de molde activador	Armado	activadora de talon	TRPV	7	AR-RT-TRPV-07	
Revisión de relés	Armado	armadora de punta	TRPV	21	AR-AP-TRPV-21	
Revisión de relés	Armado	armadora de talone	TRPV	21	AR-AT-TRPV-21	
Revisión de relés	Armado	activador de suela	TRPV	6	AR-RS-TRPV-06	
Revisión de resistencias	Armado	armadora de punta	TRPV	25	AR-AP-TRPV-25	
Revisión de resistencias	Armado	armadora de talone	TRPV	25	AR-AT-TRPV-25	
Revisión de resistencias	Armado	activador de suela	TRPV	10	AR-RS-TRPV-10	
Revisión de temporizadores	Armado	armadora de punta	TRPV	23	AR-AP-TRPV-23	
Revisión de temporizadores	Armado	armadora de talone	TRPV	23	AR-AT-TRPV-23	
Revisión de temporizadores	Armado	activador de suela	TRPV	8	AR-RS-TRPV-08	

Figura 43 Mantenimiento Semestral de activos.

Fuente: (Autores)

El submódulo “Seguimiento de activos” es en donde se recopila el número de intervenciones que ha tenido un activo, de esta manera se puede obtener un diagrama de Pareto actualizable con cada orden de trabajo que se genere, de esta manera se podrá

realizar una toma de decisiones justificada al momento de catalogar la criticidad de los equipos. Dicho submódulo pretende mejorar la toma de decisiones para alargar la vida útil de los activos. (Figura 44)

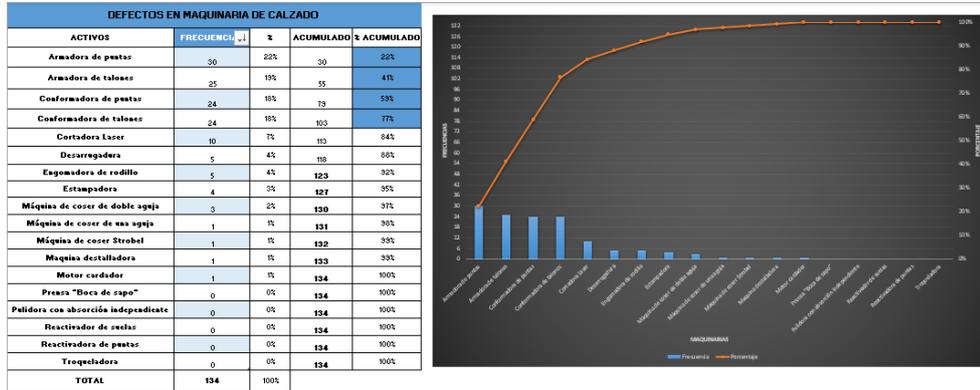


Figura 44 Diagrama de Pareto concatenado con el submódulo Ordenes de Trabajo.

Fuente: (Autores)

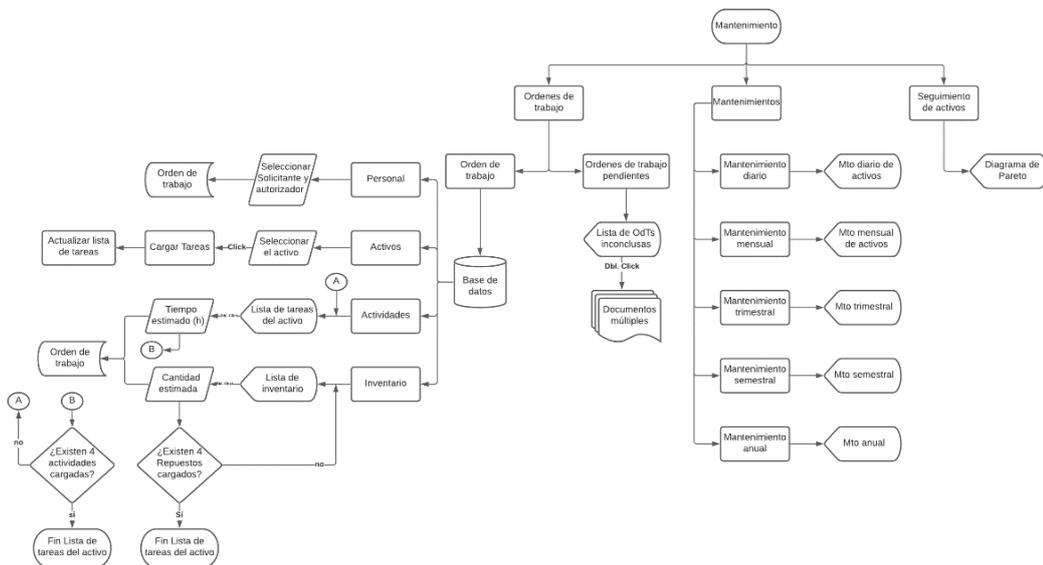


Figura 45 Generación de órdenes de trabajo.

Fuente: (Autores)

9. Conclusiones

Una vez culminado el análisis actual de la empresa se determinó que no existe un plan de mantenimiento fijo además de no existir una base de datos con respecto a mantenimiento, como tampoco datos de facturación referentes a elementos de mantenimiento. Por este motivo en un inicio se presentó la complejidad para generar un plan de mantenimiento óptimo para la empresa, sin embargo, se optó por el método de obtención de información proveniente del personal de planta y de diferentes fuentes de información como manuales, catálogos, entre otros, para transformar esta información cualitativa en cuantitativa y así poder establecer los parámetros para diseñar un sistema óptimo de mantenimiento basado en la toma de decisiones.

Con respecto a la recopilación de información no se pudo recolectar suficientes datos de algunas maquinas en específico ya que no contaban con manuales, planos, catálogos o datos históricos, por lo cual, se dificultaba la realización de las fichas técnicas utilizadas para la creación del plan de mantenimiento, sin embargo, se solicitó ayuda del personal de planta para recolectar información basándonos en su experiencia y de esta manera poder avanzar con el desarrollo del proyecto.

El análisis de la criticidad dio como resultado 4 máquinas críticas en la empresa, las mismas a las que se les dará mayor prioridad para revisar su estado constantemente, y de esta manera, evitar un fallo repentino el cual provocaría un paro total en la producción del calzado por ser máquinas importantes que realizan procesos imprescindibles en la elaboración de los zapatos. Adicionalmente se pretende que la herramienta informática en un plazo determinado de tiempo pueda recolectar la suficiente información para renovar el plan de mantenimiento y de esta manera hacerlo más afín a la confiabilidad de los equipos registrados en dicho plazo de tiempo.

Se desarrollo un sistema personalizado del tipo GMAO basándonos en las necesidades de la empresa con respecto al área de mantenimiento. Este programa permitirá el correcto manejo de datos como también la utilización de los mismos para proporcionar información relevante al momento de desarrollar trabajos de mantenimiento además de facilitar la gestión de estos.

10. Recomendaciones

Como recomendación indispensable también se puede decir que es necesario que la fábrica de calzado Luis Carlos contrate personal técnico como tecnólogos o ingenieros en distintas áreas ya sean mecánicos, mecánicos, eléctricos y electrónicos, de esta manera poder formar un departamento para el mantenimiento de la fábrica.

También se recomienda que exista una capacitación constante acerca del mantenimiento para el personal que serán los encargados de las tareas de mantenimiento ya que de ellos depende la preservación de los equipos como también se recomienda la capacitación adecuada para el manejo del sistema GMAO y de esta manera se pueda llevar un orden adecuado de la documentación.

Se recomienda que el sistema GMAO sea aplicado de forma progresiva en las distintas áreas por las que está conformada la empresa.

11. Referencias bibliográficas

Arróspide Marambio C. (2015). *Glosario de términos en la Gestión de Mantenimiento*.

Idrovo Raiban J. y Pugo Calle K. (2017). *Sistema de toma de decisiones inteligentes para el mantenimiento predictivo y preventivo del sistema de inyección de un motor de combustión interna del vehículo Corsa Evolution 1.4L*. PhD tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.

López Gázquez, P. (2013). *Reparación en instalaciones automatizadas*. Primera edición.

Concho, I. (2017). *SISTEMAS EMBEBIDOS EN UN GMAO PARA ROBUSTECER LA VISIÓN HOLÍSTICA DE LA CONDICIÓN DE UN MOTOR DIÉSEL*. Universidad de los Andes.

- Garrido, S. G. (2010) *La contratación del mantenimiento industrial*. Díaz de Santos S.A.
- Milano, T. (2010). *Planificación y gestión del mantenimiento industrial*.
- Fernández, J. G. (2005). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado (2 ed.)*. España: FUNDACIÓN CONFEMENTAL.
- Garrido, S. G. (2003). *ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO*. Madrid: Díaz de Santos S. A.
- Lluís, C., & Francesca, T. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Profit Editorial I.
- Vargas, A. (2011). *Mantenimiento Proactivo*. Guayaquil, Guayas, Ecuador: ESPOL.
- López Jumbo, L. N. y Guamán Paucar, R. (2015). *Implementación de una gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) para la flota vehicular del GAD municipal de Catamayo en la provincia de Loja*. PhD tesis, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Mejía Quelal, M. L. y Villarruel Erazo, D. O. (2015). *Elaboración de un programa de mantenimiento preventivo para el área de calzado de la empresa tecnistamp cem*. B.S. thesis, QUITO/EPN/2015.
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y control*. Alfaomega, México, primera edición.
- Moubray, J. (2016). *Mantenimiento centrado en confiabilidad (rcm)*. Asheville, North Carolina USA: Aladon LLC.
- Rivera Estay, J. L. (2015). *Modelo de toma de decisiones de mantenimiento para evaluar impactos en disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad y costos*. PhD tesis, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Salih O. Duffuaa, Abdul Raouf, y John Dixon Campbell (2006). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*, volumen 1. Limusa Wiley, México, primera edición.
- García Garrido S. (2012). *Ingeniería de mantenimiento: manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*, volumen 1. Renovetec, 1 edición.
- Siemens, S. (2020). *Industry Support Siemens*.
- Vega Mendoza, P. J. (2009). *Diseño de la estrategia de mantenimiento basada en la confiabilidad, RCM, e inspección basada en el riesgo, RBI, para la línea crítica de producción de 12 la planta para concentrados de la empresa ITALCOL S.C.A ubicada en girón, Santander*. PhD tesis, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga.
- Patton, Joseph D. Jr. (1995). *Preventive Maintenance. The International Society for Measurement and Control*. Instrument Society of America [Libro]. Vol. Second edition. ISBN 1-55617-533-7.
- García Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Editorial Díaz de Santos, S.A.

Rivadeneira, M. (2013). Matriz de priorización de Holmes. Revisado de https://www.youtube.com/watch?v=YU7oW_ewvJ8

Aguinaga Barragán, A. (2008). *Ingeniería del mantenimiento*. Quito: AIEM.

12. Anexos

12.1 Anexo 1: Fichas Técnicas.

 CALZADO "LUIS CARLOS"											
Industria de Calzado de Calidad				FICHA TECNICA EQUIPOS							
Código:		AR-CP		Foto del Equipo: 							
Nombre del Equipo:								MAQUINA CONFORMADORA DE PUNTAS			
Marca:	EMARS	Modelo:	P23-GHQ								
Serie:	AFH023	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"								
Fecha de compra (aaaa/mm/día):		19/02/2017									
Garantía en meses:		36.00									
Valor de compra:		\$ 3,000									
A cargo de:	Mario Núñez			c.c.:	1875694231						
DATOS TÉCNICOS											
Tensión:	220V	Producción	1000 pares/8hr	Peso:	100kg	Otra:	60 HZ				
Partes:	<ul style="list-style-type: none"> • Moldes • Sistema de calefacción • Sistema neumático 										
USOS O APLICACIONES											
<p>Esta máquina se aplica para suavizar y vaporizar la parte superior, el mostrador o el revestimiento. El operador controla la máquina a través del panel de control. La presión hacia arriba y hacia abajo hace que la almohadilla del dedo del pie y la parte superior combinen perfectamente. El molde superior puede moverse hacia abajo a través del botón correspondiente y establecer la temperatura a 170 °C.</p>											
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION											
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, gogles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corredera, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>											
RECOMENDACIONES DE USO:	<p>LEA EL MANUAL DEL EQUIPO ANTES DE OPERARLO. Antes de utilizar nuestra conformadora de puntas, se deberá regular la profundidad de punta de tal manera que al hacer presión apenas unos milímetros por el otro lado de la pieza. También será necesario regular en el caso de las medidas de profundidad de la punta sea diferente.</p>										
	Proveedor			Emarsa							
Teléfono	320 695 6382										
E-mail:	http://www.emar.com.mx/	Nombre de Contacto:		Emarsa							

Figura 46 Ficha técnica de la máquina conformadora de puntas.

Fuente: (Autores)

 CALZADO "LUIS CARLOS"							
Industria de Calzado de Calidad			FICHA TECNICA EQUIPOS				
Código:	TC-TR					Foto del Equipo: 	
Nombre del Equipo:	TROQUELADORA						
Marca:	Holytek	Modelo:	tbs 300				
Serie:	PMM001	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"				
Fecha de compra (aaaa/mm/día):	30/04/2018						
Garantía en meses:	24.00						
Valor de compra:	\$ 5,429						
A cargo de:	Felipe Freire			c.c.:	1832567579		
DATOS TÉCNICOS							
Tensión:	220V	Intensidad:	16.9 A	Potencia:	3725 W	Otra:	60 HZ
Otros:							
Accesorios:	MESA ESCUADRADORA, REGLA, GUIA CORREDIZA(AVION)						
Partes:	Bastidor (estructura de la máquina), mesa de trabajo, guía de corte longitudinal, disco dentado (sierra), volante y tornillo de inclinación de disco dentado, volante de elevación de disco dentado, ranuras de guía corredera, guía corredera (avión).						
USOS O APLICACIONES							
Permite realizar cortes de precisión enpara los diferentes moldes.							
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION							
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corredera, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>							
RECOMENDACIONES DE USO:	<p>LEA EL MANUAL DEL EQUIPO ANTES DE OPERARLO. Antes de utilizar nuestra sierra circular, se deberá regular la profundidad de corte de tal manera que el disco salga apenas unos milímetros por el otro lado de la pieza a cortar. También será necesario regular en el caso de las sierras circulares de mesa el cuchillo divisor que separa la madera para evitar que se cierre el corte y aprisione el disco. La parte baja del cuchillo divisor debe estar a 3 mm de la parte baja de la hoja de corte. A la hora de realizar el corte la parte que quedará a la vista deberá quedar hacia arriba ya que el astillado en el corte se produce en la salida de la hoja.</p>						
Proveedor	Madecentro						
Teléfono	320 695 6382						
E-mail:	www.madecentro.com	Nombre de Contacto:	Madecentro				

Figura 47 Ficha técnica de la máquina troqueladora.

Fuente: (Autores)

 CALZADO "LUIS CARLOS"						
Industria de Calzado de Calidad			FICHA TECNICA EQUIPOS			
Código:		AP-MCS			Foto del Equipo: 	
Nombre del Equipo:		MAQUINA ZIGZAG 20U				
Marca:	Singer	Modelo:	20u-109			
Serie:	SMZZ	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"			
Fecha de compra (aaaa/mm/día):		30/04/2018				
Garantía en meses:		24.00				
Valor de compra:		\$ 1,500				
A cargo de:	Guillermo Almagro			c.c.:	185623735	
DATOS TÉCNICOS						
Tensión:	110V	Intensidad:	0,4 A	Potencia:	0.4 KW	Otro: 60 Hz
Otros:	Altura de Prénsatelas: Mano 6.35/ Rodilla-9.0					
Accesorios:	Motor de Embrague de Baja Velocidad 1/3 HP (R31431)					
Características:	<ul style="list-style-type: none"> • Cose fácilmente para adelante y para atrás ajustando el sistema de alimentación de retroceso • Ancho de puntada ajustable • Largo de puntada de ajuste sencillo • Sistema de arrastre simple con retroceso • Puede ser regulada para bordado, zigzag o costura recta (excepto 20U-309) • Sistema de control de la posición de aguja para ojales (excepto 20U-309) • Devanador de bobina integrado 					
USOS O APLICACIONES						
Costura de fácil selección de ajuste de ancho de forma vertical recta						
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION						
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>						
Proveedor			Emarsa			
Teléfono:	320 695 6382					
E-mail:	http://www.emar.com.mx/	Nombre de Contacto:	Emarsa			

Figura 48 Ficha técnica de la máquina de coser strobil.

Fuente: (Autores)

 CALZADO "LUIS CARLOS"											
Industria de Calzado de Calidad				FICHA TECNICA EQUIPOS							
Código:		AR-PL		Foto del Equipo: 							
Nombre del Equipo:								MAQUINA MOTOR PULIDOR			
Marca:	Rui Xin	Modelo:	Jx-26								
Serie:	MMP001	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"								
Fecha de compra (aaaa/mm/día):		03/07/2017									
Garantía en meses:		24.00									
Valor de compra:		\$ 70									
A cargo de:		Andres Cedeño		c.c.:							
DATOS TÉCNICOS											
Tensión:	220V/110V	Intensidad:	8,745 A	Potencia:	1,1 KW	Otra:	60 HZ				
Otros:	Velocidad de Giro: 3000 rpm										
Accesorios:	Cuerpo principal * y 2 accesorios necesarios para cada lado.										
Dimensiones:	48*37*22 cm										
USOS O APLICACIONES											
Utilizado para pulir de manera mas rapida el zapato en el area de terminado.											
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION											
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>											
Proveedor				Madecentro							
Teléfono	320 695 6382										
E-mail:	www.madecentro.com	Nombre de Contacto:		Madecentro							

Figura 49 Ficha técnica de la máquina pulidora con absorción independiente.

Fuente: (Autores)

 CALZADO "LUIS CARLOS"											
Industria de Calzado de Calidad				FICHA TECNICA EQUIPOS							
Código:		TM-ES		Foto del Equipo: 							
Nombre del Equipo:								MAQUINA PRENSA TÉRMICA			
Marca:	Xingyan	Modelo:	XY-006								
Serie:	MPT001	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"								
Fecha de compra (aaaa/mm/día):		30/04/2018									
Garantía en meses:		12.00									
Valor de compra:		\$ 300									
A cargo de:		Sofia Vicuña		c.c.:		1838590021					
DATOS TÉCNICOS											
Tensión:	220V/110V	Intensidad:	2,27 A	Potencia:	0,5 KW	Otra:	60 HZ				
Otros:	Peso Bruto: 37,5 kg										
Partes:	Columpio lejos,placa calefactora de aluminio,funda protectora anti-escaldes,muelles fuertes										
USOS O APLICACIONES											
Esta máquina puede transferir imágenes de retrato o paisaje en el plano material, como el algodón Tshirt, químicos, productos de fibra de madera, cerámica, mouse pad de la junta de metal,etc											
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION											
<p>Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.</p>											
Proveedor				Imporcalza							
Teléfono	268 439 0021										
E-mail:	http://www.holytek.com/p	Nombre de Contacto:		Imporcalza							

Figura 50 Ficha técnica de la máquina prensadora térmica.

Fuente: (Autores)

Luis Grilos		CALZADO "LUIS CARLOS"					
Industria de Calzado de Calidad		FICHA TECNICA EQUIPOS					
Código:	AP-RM			Foto del Equipo: 			
Nombre del Equipo:	REMACHADORA						
Marca:	REMCO	Modelo:	TY-808				
Serie:	PMM001	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"				
Fecha de compra (aaaa/mm/día):	03/08/2017						
Garantía en meses:	24.00						
Valor de compra:	\$ 1,300						
A cargo de:	María Vargas		c.c.:	1843079248			
DATOS TÉCNICOS							
Tensión:	110 V	Intensidad:	4,8 A	Potencia:	0,25 KW	Otra:	60 HZ
Accesorios:	Datos para las distintas medidas de los broches						
Partes:	Pedal, Motor, bastidor (estructura de la máquina), mesa de trabajo, polea, cinta transmisor de potencia, dados.						
USOS O APLICACIONES							
Permite aplastar los ojallillos sujetándolos al corte							
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION							
Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.							
Proveedor			Imporcalza				
Teléfono	268 439 0021						
E-mail:	http://www.holytek.com/p	Nombre de Contacto:	Imporcalza				

Figura 51 Ficha técnica de la máquina remachadora.

Fuente: (Autores)

Luis Grilos		CALZADO "LUIS CARLOS"					
Industria de Calzado de Calidad		FICHA TECNICA EQUIPOS					
Código:	AP-DT			Foto del Equipo: 			
Nombre del Equipo:	MAQUINA DESVASTADORA						
Marca:	Skimmers	Modelo:	AV-2				
Serie:	SMZZ	Ubicación:	Empresa de calzado "Luis Carlos"				
Fecha de compra (aaaa/mm/día):	30/04/2018						
Garantía en meses:	24.00						
Valor de compra:	\$ 1,200						
A cargo de:	Pedro Capuz		c.c.:	1875369762			
DATOS TÉCNICOS							
Tensión:	110V	Intensidad:	3,8 A	Potencia:	1 KW	Otra:	60 HZ
Otros:	Velocidad Max. Costura: 1725 R.P.M.						
Característica:	Los skimmers AV2 se caracterizan por su sencillez y precisión. Son ampliamente utilizados en el campo del calzado y artículos de cuero en general.						
USOS O APLICACIONES							
Recorta el grosor del cuero o sintético. Es adecuada para desvastar bordes y superficies completas de cualquier tipo de cuero como tambien cuero sintético.							
PRECAUCIONES/DANGER/WARNING/CAUTION							
Al trabajar con esta máquina siempre se deberá utilizar lentes, goggles o careta de protección, así como quitarse pulseras, collares, bufandas o cualquier objeto que cuelgue de nuestro cuerpo y asegurarse que nuestra ropa esté perfectamente abrochada y ceñida al cuerpo, la altura del disco dentado nunca deberá ser mayor a 2 mm del espesor del material y por ningún motivo se deberán utilizar en el mismo momento la guía de corte longitudinal y la guía corrediza, ya que el sobrante de corte puede impactar nuestro cuerpo.							
Proveedor			Madecentro				
Teléfono	320 695 6382						
E-mail:	www.madecentro.com	Nombre de Contacto:	Madecentro				

Figura 52 Ficha técnica de la máquina desbastadora.

Fuente: (Autores)

12.2 Anexo 2: Resultados de las encuestas.

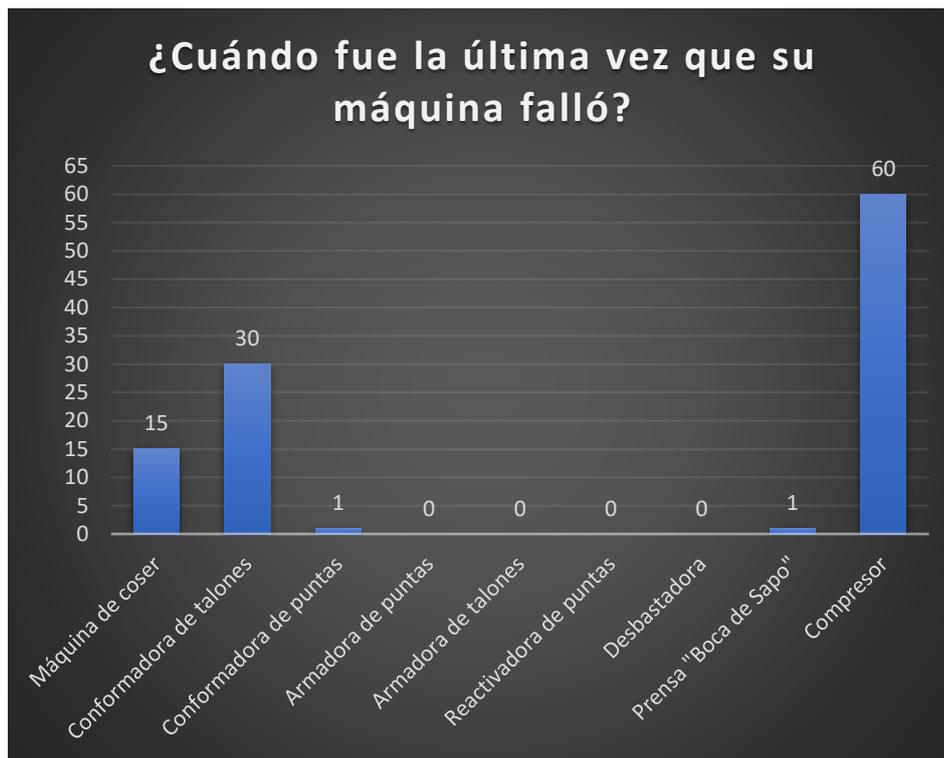


Figura 53 Gráfica de resultados de la pregunta 1.

Fuente: (Autores)

¿Cuándo fue la última vez que su máquina falló?

Máquina de coser: Hace 15 días.

Conformadora de talones: Hace un mes.

Conformadora de puntas: Hoy (1 día).

Armadora de puntas: No se ha dañado todavía.

Reactivadora de talones: No se ha dañado todavía.

Reactivadora de puntas: No se ha dañado todavía.

Desbastadora: No se ha dañado todavía.

Prensa "Boca de Sapo": Ayer (Un día).

Compresor: Hace 2 meses.

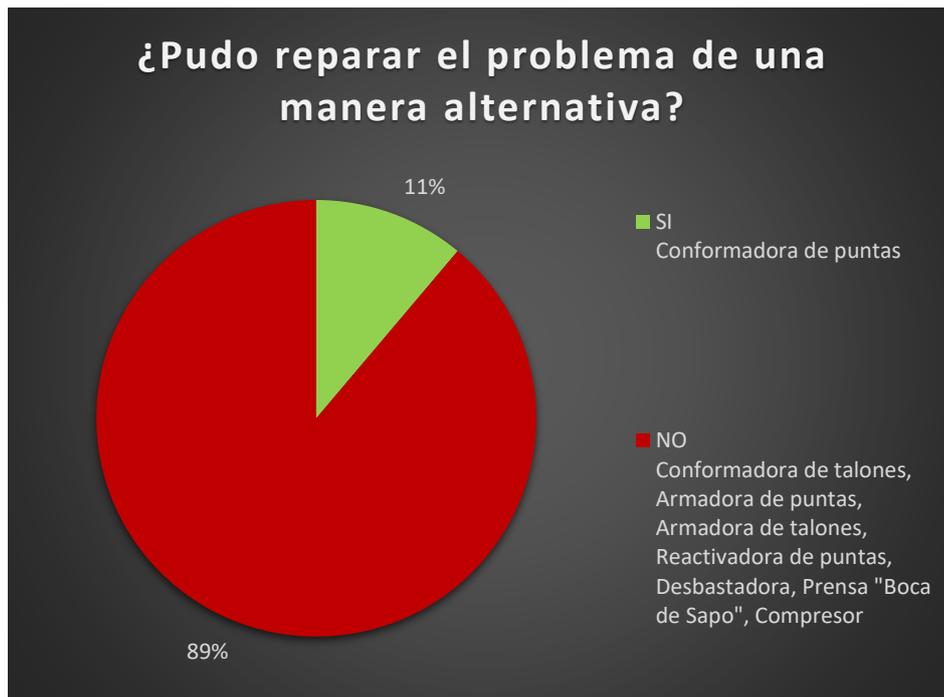


Figura 54 Gráfica de resultados de la pregunta 2.

Fuente: (Autores)

¿Pudo reparar el problema de una manera alternativa? Y si lo hizo, ¿Cómo lo hizo?

Conformadora de puntas: La máquina se encontraba desnivelada, le pusieron unos cauchos en las esquinas de abajo y ahí se niveló y comenzó a trabajar bien.

¿Cómo se reparó el problema de la manera adecuada? (para que no vuelva a ocurrir dicho problema).

Máquina de coser: Un técnico fue a calibrar y a lubricar.

Conformadora de talones: El técnico le cambió lo que era manual a digital, ahí se compuso.

Prensa "Boca de Sapo": El jefe de personal y el operador cambiaron el tacómetro porque se reventó el anterior.

Compresor: Se dañó el cabezote y los pistones del cabezote ya no servían, se tuvo que comprar y adecuar otro cabezote e igual más mangueras.

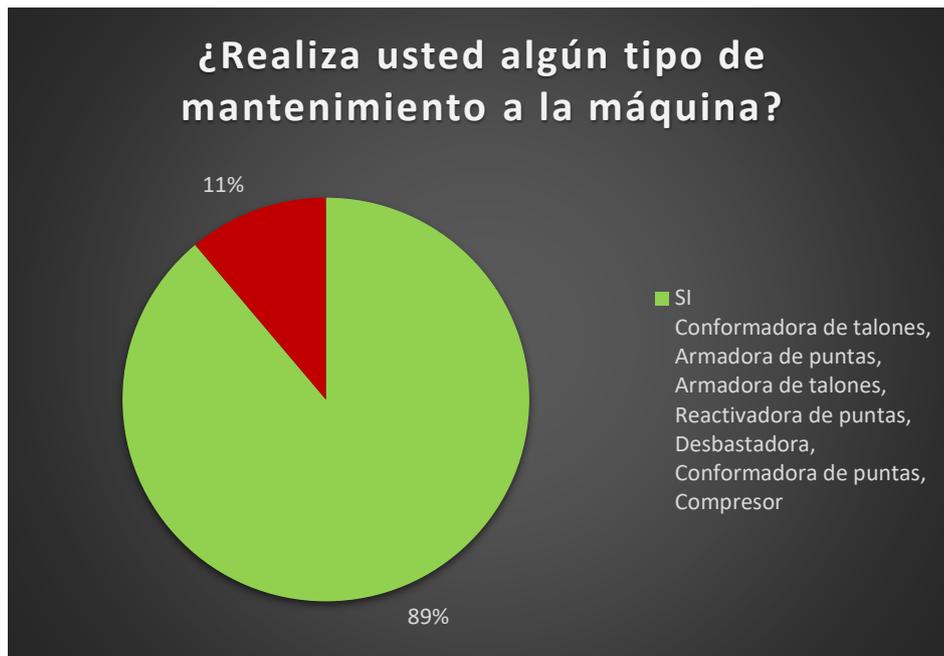


Figura 55 Gráfica de resultados de la pregunta 3.

Fuente: (Autores)

¿Realiza usted algún tipo de mantenimiento a la máquina? (calibración y lubricación cuentan)

Máquina de coser: Se proponen las siguientes actividades con una frecuencia de ocho días: Lubricación de partes móviles y limpieza (aire a presión).

Conformadora de talones: Sacar el agua de las mangueras unas dos veces a la semana.

Conformadora de puntas: Sacar el agua de las mangueras unas dos veces a la semana.

Armadora de puntas: Solo limpieza, no estoy autorizado a intervenir dentro de la máquina, solo limpieza externa de aseo.

Armadora de talones: Solo limpieza.

Reactivadora de puntas: Solo limpieza.

Desbastadora: La limpieza si cada semana toca hacerle, sacar toda la basura y lo que absorbe todito al contenedor que tiene atrás. Cuando hay días libres de producción se cambia los rodillos (esmeril) cada mes y medio aproximadamente.

Prensa "Boca de Sapo": Casi no, calibrarle cuando se va a pegar distintos tipos de material, dependiendo el tipo de zapato. Limpiarle cada semana para que no quede con polvo, pero solo de manera externa.

Compresor: Cambio de aceite los primeros quince días, después al primer mes y luego cada tres meses, también la purgación del tanque.

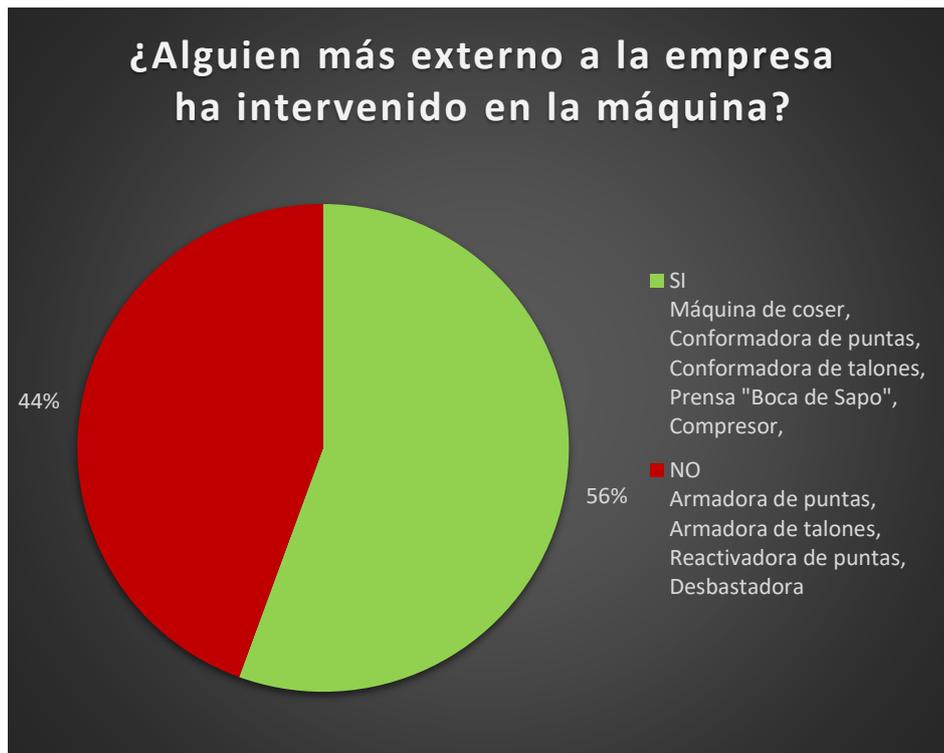


Figura 56 Gráfica de resultados de la pregunta 4.

Fuente: (Autores)

¿Alguien más externo a la empresa ha intervenido en la máquina?

Máquina de coser: Si, un técnico privado.

Conformadora de talones: Si, un técnico privado.

Conformadora de puntas: Si, un técnico privado.

Armadora de puntas: No.

Armadora de talones: No.

Reactivadora de puntas: No.

Desbastadora: No.

Prensa "Boca de Sapo": Si, un técnico privado.

Compresor: Si, un técnico privado.

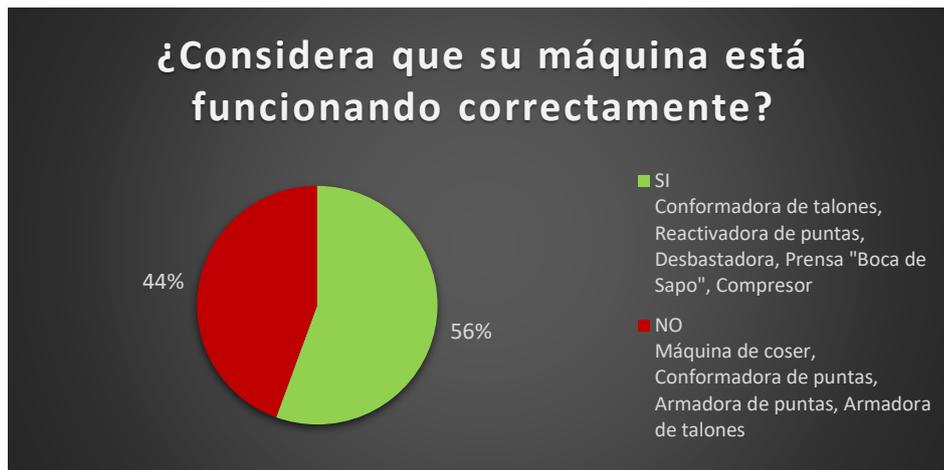


Figura 57 Gráfica de resultados de la pregunta 5.

Fuente: (Autores)

¿Considera que su máquina está funcionando correctamente?

Máquina de coser: Un 95%.

Conformadora de talones: Si funciona correctamente.

Conformadora de puntas: No.

Armadora de puntas: No.

Armadora de talones: No.

Reactivadora de puntas: Si.

Desbastadora: Si, 100%.

Prensa "Boca de Sapo": Si, 100%.

Compresor: Si.

Si su respuesta a la pregunta anterior fue no, especifique cuales son los fallos en su máquina.

Máquina de coser: Por el momento se encuentran con un inconveniente en el corta hilos ya que está fallando. Este elemento puede ser cambiado por el personal pero no existe un repuesto por lo que un técnico debe acercarse a repararlo.

Conformadora de puntas: El cilindro no sube, no hay presión.

Armadora de puntas: El equipo cuenta con algunas fallas, por ejemplo, el soporte posterior de la horma no funciona correctamente por lo que no sube automáticamente y se debe reiniciar el proceso para que el soporte suba nuevamente, por otro lado, la maquina tiene fuga de aceite y debe ser reparada antes de provocar una falla mayor.

Armadora de talones: El fin carrera muchas veces falla.



Figura 58 Gráfica de resultados de la pregunta 6.

Fuente: (Autores)

¿Considera usted que si los fallos de la máquina se solucionen antes de iniciar su hora de trabajo mejoraría la producción?

Máquina de coser: Si.

Conformadora de talones: Si.

Conformadora de puntas: Si.

Armadora de puntas: Si.

Armadora de talones: Si.

Reactivadora de puntas: Si.

Desbastadora: Si.

Prensa "Boca de Sapo": Si.

Compresor: Si.

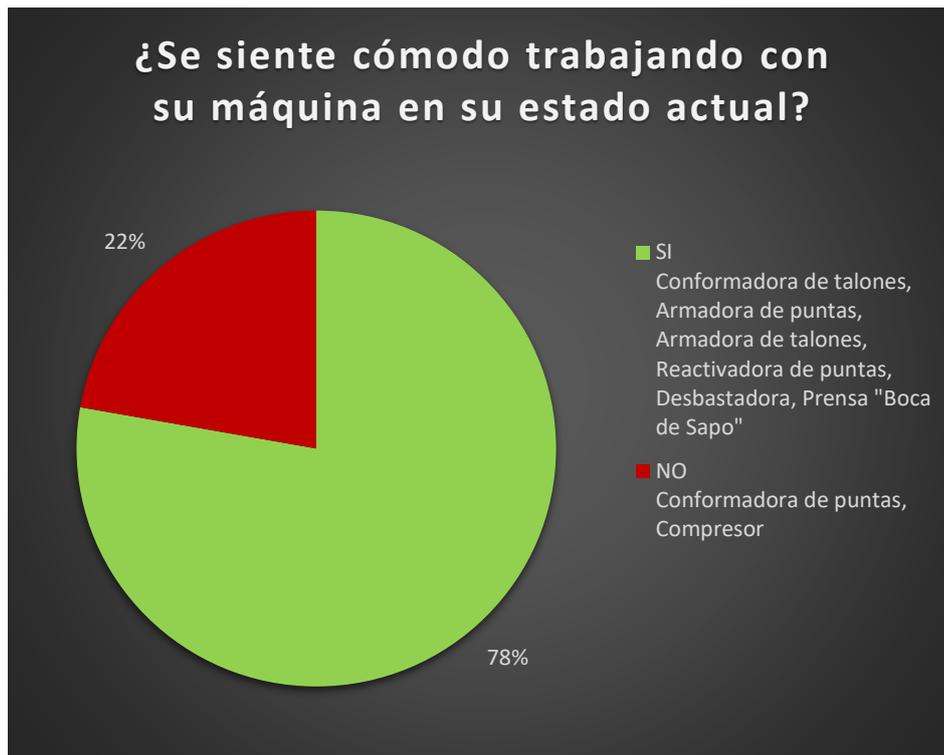


Figura 59 Gráfica de resultados de la pregunta 7.

Fuente: (Autores)

¿Se siente cómodo trabajando con su máquina en su estado actual?

Máquina de coser: Si.

Conformadora de talones: Ahora sí, no pierdo tiempo ahora.

Conformadora de puntas: Ahora no, porque a ratos se me daña y a ratos funciona bien, hace unos 15 días trabaja normal todo el día, no molestaba nada, no hay mantenimiento.

Armadora de puntas: Si, ya le agarré la maña.

Reactivadora de talones: Si, ya le agarré la maña.

Reactivadora de puntas: Si, ya le agarré la maña.

Desbastadora: Si está funcionando bien.

Prensa "Boca de Sapo": Si está funcionando bien.

Compresor: No, por la capacidad interna de la empresa se necesita más capacidad de aire.

12.3 Anexo 3: Distribución detallada de las actividades de mantenimiento.

Tabla 20 Distribución detallada de las actividades de mantenimiento.

Actividad	Área de trabajo	Máquina	Tipo de tarea	Numeración	Código
Limpieza superficial	Armado	Armadora de puntas	TRPV	1	AR-AP-TRPV-01
Verificación de los sellos de los cilindros	Armado	Armadora de puntas	TRPV	16	AR-AP-TRPV-16
Verificar el estado de las pinzas laterales	Armado	Armadora de puntas	TRPV	11	AR-AP-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Armadora de puntas	TRPV	12	AR-AP-TRPV-12
Verificar sistema electrónico	Armado	Armadora de puntas	TRPV	13	AR-AP-TRPV-13
Calibración de las pinzas laterales	Armado	Armadora de puntas	TRCV	10	AR-AP-TRCV-10
Limpieza de actuadores hidráulicos	Armado	Armadora de puntas	TRPV	2	AR-AP-TRPV-02
Lubricación de piezas móviles	Armado	Armadora de puntas	TRPV	9	AR-AP-TRPV-09
Limpieza de filtro	Armado	Armadora de puntas	TRPV	14	AR-AP-TRPV-14
Llenado del depósito de aceite	Armado	Armadora de puntas	TRCV	7	AR-AP-TRCV-07
Revisión de contactores	Armado	Armadora de puntas	TRPV	19	AR-AP-TRPV-19
Revisión del estado de las mangueras	Armado	Armadora de puntas	TRPV	17	AR-AP-TRPV-17
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Armadora de puntas	TRPV	4	AR-AP-TRPV-04
Revisión del estado de los pistones	Armado	Armadora de puntas	TRPV	6	AR-AP-TRPV-06
Revisión del estado del depósito de aceite	Armado	Armadora de puntas	TRPV	8	AR-AP-TRPV-08
Revisión de relés	Armado	Armadora de puntas	TRPV	21	AR-AP-TRPV-21
Revisión de resistencias	Armado	Armadora de puntas	TRPV	25	AR-AP-TRPV-25
Revisión de temporizadores	Armado	Armadora de puntas	TRPV	23	AR-AP-TRPV-23
Cambio de filtro	Armado	Armadora de puntas	TRCV	15	AR-AP-TRCV-15
Limpieza superficial	Armado	Armadora de talones	TRPV	1	AR-AT-TRPV-01
Verificación de los sellos de los cilindros	Armado	Armadora de talones	TRPV	16	AR-AT-TRPV-16
Verificación del funcionamiento del fin carrera	Armado	Armadora de talones	TRPV	27	AR-AT-TRPV-27
Verificar el estado de las pinzas laterales	Armado	Armadora de talones	TRPV	11	AR-AT-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Armadora de talones	TRPV	12	AR-AT-TRPV-12

Verificar sistema electrónico	Armado	Armadora de talones	TRPV	13	AR-AT-TRPV-13
Calibración de las pinzas laterales	Armado	Armadora de talones	TRCV	10	AR-AT-TRCV-10
Limpieza de actuadores hidráulicos	Armado	Armadora de talones	TRPV	2	AR-AT-TRPV-02
Lubricación de piezas móviles	Armado	Armadora de talones	TRPV	9	AR-AT-TRPV-09
Limpieza de filtro	Armado	Armadora de talones	TRPV	14	AR-AT-TRPV-14
Llenado del depósito de aceite	Armado	Armadora de talones	TRCV	7	AR-AT-TRCV-07
Revisión de contactores	Armado	Armadora de talones	TRPV	19	AR-AT-TRPV-19
Revisión del estado de las mangueras	Armado	Armadora de talones	TRPV	17	AR-AT-TRPV-17
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Armadora de talones	TRPV	4	AR-AT-TRPV-04
Revisión del estado de los pistones	Armado	Armadora de talones	TRPV	6	AR-AT-TRPV-06
Revisión del estado del depósito de aceite	Armado	Armadora de talones	TRPV	8	AR-AT-TRPV-08
Revisión de relés	Armado	Armadora de talones	TRPV	21	AR-AT-TRPV-21
Revisión de resistencias	Armado	Armadora de talones	TRPV	25	AR-AT-TRPV-25
Revisión de temporizadores	Armado	Armadora de talones	TRPV	23	AR-AT-TRPV-23
Cambio de filtro	Armado	Armadora de talones	TRCV	15	AR-AT-TRCV-15
Limpieza superficial	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	1	AR-CP-TRPV-01
Verificar la presión	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	11	AR-CP-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	12	AR-CP-TRPV-12
Verificar sistema de alimentación neumático	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	13	AR-CP-TRPV-13
Calibración de la presión	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	10	AR-CP-TRPV-10
Limpieza de actuadores neumáticos	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	2	AR-CP-TRPV-02
Lubricación de piezas móviles	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	9	AR-CP-TRPV-09
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	8	AR-CP-TRPV-08
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	4	AR-CP-TRPV-04
Revisión del estado de los pistones	Armado	Conformadora de puntas	TRPV	6	AR-CP-TRPV-06
Limpieza superficial	Armado	Conformadora de talones	TRPV	1	AR-CT-TRPV-01
Verificar la presión	Armado	Conformadora de talones	TRPV	11	AR-CT-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Conformadora de talones	TRPV	12	AR-CT-TRPV-12

Verificar sistema de alimentación neumático	Armado	Conformadora de talones	TRPV	13	AR-CT-TRPV-13
Calibración de la presión	Armado	Conformadora de talones	TRPV	10	AR-CT-TRPV-10
Limpieza de actuadores neumáticos	Armado	Conformadora de talones	TRPV	2	AR-CT-TRPV-02
Lubricación de piezas móviles	Armado	Conformadora de talones	TRPV	9	AR-CT-TRPV-09
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Conformadora de talones	TRPV	8	AR-CT-TRPV-08
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Conformadora de talones	TRPV	4	AR-CT-TRPV-04
Revisión del estado de los pistones	Armado	Conformadora de talones	TRPV	6	AR-CT-TRPV-06
Limpieza superficial	Armado	Desarrugadura	TRPV	1	AR-DS-TRPV-01
Verificar la temperatura	Armado	Desarrugadura	TRPV	11	AR-DS-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Desarrugadura	TRPV	12	AR-DS-TRPV-12
Calibración de la temperatura	Armado	Desarrugadura	TRCV	10	AR-DS-TRCV-10
Lubricación de piezas móviles	Armado	Desarrugadura	TRPV	9	AR-DS-TRPV-09
Limpieza interna	Armado	Desarrugadura	TRPV	2	AR-DS-TRPV-02
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Desarrugadura	TRPV	8	AR-DS-TRPV-08
Revisión del estado del rodillo desarrugador	Armado	Desarrugadura	TRPV	6	AR-DS-TRPV-06
Revisión del estado del ventilador	Armado	Desarrugadura	TRPV	4	AR-DS-TRPV-04
Limpieza superficial	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	1	TM-ER-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	3	TM-ER-TRPV-03
Lubricación de piezas móviles	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	4	TM-ER-TRPV-04
Limpieza interna	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	2	TM-ER-TRPV-02
Rellenar depósito de pegamento	Terminado	Engomadora de rodillo	TRCV	8	TM-ER-TRCV-08
Revisión del estado de los rodillos	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	6	TM-ER-TRPV-06
Revisión del estado del depósito de pegamento	Terminado	Engomadora de rodillo	TRPV	7	TM-ER-TRPV-07
Limpieza superficial	Terminado	Estampadora	TRPV	1	TM-ES-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Terminado	Estampadora	TRPV	3	TM-ES-TRPV-03
Lubricación de piezas móviles	Terminado	Estampadora	TRPV	4	TM-ES-TRPV-04
Limpieza interna	Terminado	Estampadora	TRPV	2	TM-ES-TRPV-02
Revisión del estado de la niquelina	Terminado	Estampadora	TRPV	6	TM-ES-TRPV-06

Limpieza superficial	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	1	AP-MCD-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	2	AP-MCD-TRPV-02
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	5	AP-MCD-TRPV-05
Cambio de aguja	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRCV	3	AP-MCD-TRCV-03
Limpieza interna	Aparado	Máquina de coser de doble aguja	TRPV	4	AP-MCD-TRPV-04
Limpieza superficial	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	1	AP-MCS-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	5	AP-MCS-TRPV-05
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	4	AP-MCS-TRPV-04
Cambio de aguja	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRCV	2	AP-MCS-TRCV-02
Limpieza interna	Aparado	Máquina de coser de una aguja	TRPV	3	AP-MCS-TRPV-03
Limpieza superficial	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	1	AP-MCST-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	5	AP-MCST-TRPV-05
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	4	AP-MCST-TRPV-04
Cambio de aguja	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRCV	2	AP-MCST-TRCV-02
Limpieza interna	Aparado	Máquina de coser Strobel	TRPV	3	AP-MCST-TRPV-03
Limpieza superficial	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	1	AP-DT-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	7	AP-DT-TRPV-07
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	6	AP-DT-TRPV-06
Afilan cuchilla	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	3	AP-DT-TRPV-03
Limpieza interna	Aparado	Maquina destalladora	TRPV	2	AP-DT-TRPV-02
Cambio de banda de transmisión	Aparado	Maquina destalladora	TRCV	5	AP-DT-TRCV-05
Cambio de cuchilla	Aparado	Maquina destalladora	TRCV	4	AP-DT-TRCV-04
Limpieza superficial	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	1	TC-MTC-TRPV-01
Verificar ausencia de sonidos extraños	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	3	TC-MTC-TRPV-03
Verificar ausencia de vibraciones	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	2	TC-MTC-TRPV-02
Verificar estado del disco para cardar	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	6	TC-MTC-TRPV-06
Lubricación de partes móviles	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	5	TC-MTC-TRPV-05
Lubricación de rodamientos	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRPV	4	TC-MTC-TRPV-04

Cambio del disco para cardar	Troquelado y Corte	Motor cardador	TRCV	7	TC-MTC-TRCV-07
Limpieza superficial	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	1	AR-PB-TRPV-01
Verificar la presión	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	10	AR-PB-TRPV-10
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	11	AR-PB-TRPV-11
Verificar sistema de alimentación neumático	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	12	AR-PB-TRPV-12
Calibración de la presión	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRCV	9	AR-PB-TRCV-09
Limpieza de actuadores neumáticos	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	2	AR-PB-TRPV-02
Lubricación de piezas móviles	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	8	AR-PB-TRPV-08
Limpieza interna	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	7	AR-PB-TRPV-07
Revisión del estado de las válvulas	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	4	AR-PB-TRPV-04
Revisión del estado de los pistones	Armado	Prensa "Boca de sapo"	TRPV	6	AR-PB-TRPV-06
Limpieza superficial	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	1	AR-PL-TRPV-01
Verificar ausencia de sonidos extraños	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	3	AR-PL-TRPV-03
Verificar ausencia de vibraciones	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	2	AR-PL-TRPV-02
Verificar estado del para pulidor	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	8	AR-PL-TRPV-08
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	10	AR-PL-TRPV-10
Lubricación de partes móviles	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	7	AR-PL-TRPV-07
Lubricación de rodamientos	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	6	AR-PL-TRPV-06
Cambio del disco para pulir	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRCV	9	AR-PL-TRCV-09
Limpieza del ventilador	Armado	Pulidora con absorción independiente	TRPV	4	AR-PL-TRPV-04
Limpieza superficial	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	1	AR-RS-TRPV-01
Verificar ausencia de sonidos extraños	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	15	AR-RS-TRPV-15
Verificar ausencia de vibraciones	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	14	AR-RS-TRPV-14
Verificar la temperatura	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	2	AR-RS-TRPV-02
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	12	AR-RS-TRPV-12
Lubricación de partes móviles	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	13	AR-RS-TRPV-13
Limpieza interna	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	3	AR-RS-TRPV-03
Revisión de contactores	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	4	AR-RS-TRPV-04

Revisión de relés	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	6	AR-RS-TRPV-06
Revisión de resistencias	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	10	AR-RS-TRPV-10
Revisión de temporizadores	Armado	Reactivador de suelas	TRPV	8	AR-RS-TRPV-08
Limpieza superficial Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	1	AR-RP-TRPV-01
	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	6	AR-RP-TRPV-06
Llenar depósito de agua	Armado	Reactivadora de puntas	TRCV	3	AR-RP-TRCV-03
Lubricación de piezas móviles	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	9	AR-RP-TRPV-09
Limpieza interna	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	2	AR-RP-TRPV-02
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	5	AR-RP-TRPV-05
Revisión de molde activador	Armado	Reactivadora de puntas	TRPV	7	AR-RP-TRPV-07
Limpieza superficial	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	1	AR-RT-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	6	AR-RT-TRPV-06
Llenar depósito de agua	Armado	Reactivadora de talones	TRCV	3	AR-RT-TRCV-03
Lubricación de piezas móviles	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	9	AR-RT-TRPV-09
Limpieza interna	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	2	AR-RT-TRPV-02
Revisión del estado de la niquelina	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	5	AR-RT-TRPV-05
Revisión de molde activador	Armado	Reactivadora de talones	TRPV	7	AR-RT-TRPV-07
Limpieza superficial	Aparado	Remachadora	TRPV	1	AP-RM-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Aparado	Remachadora	TRPV	6	AP-RM-TRPV-06
Lubricación de piezas móviles	Aparado	Remachadora	TRPV	7	AP-RM-TRPV-07
Calibración del martillo	Aparado	Remachadora	TRPV	4	AP-RM-TRPV-04
Limpieza interna	Aparado	Remachadora	TRPV	2	AP-RM-TRPV-02
Cambio de banda de transmisión	Aparado	Remachadora	TRCV	3	AP-RM-TRCV-03
Limpieza superficial	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	1	TC-TR-TRPV-01
Verificar sistema de alimentación eléctrico	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	4	TC-TR-TRPV-04
Verificar sistema de alimentación neumático	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	5	TC-TR-TRPV-05
Lubricación de piezas móviles	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	6	TC-TR-TRPV-06
Revisión del sistema neumático	Troquelado y Corte	Troqueladora	TRPV	2	TC-TR-TRPV-02

Fuente: (Autores)

12.4 Anexo 4: Distribución de actividades para el año 2022.

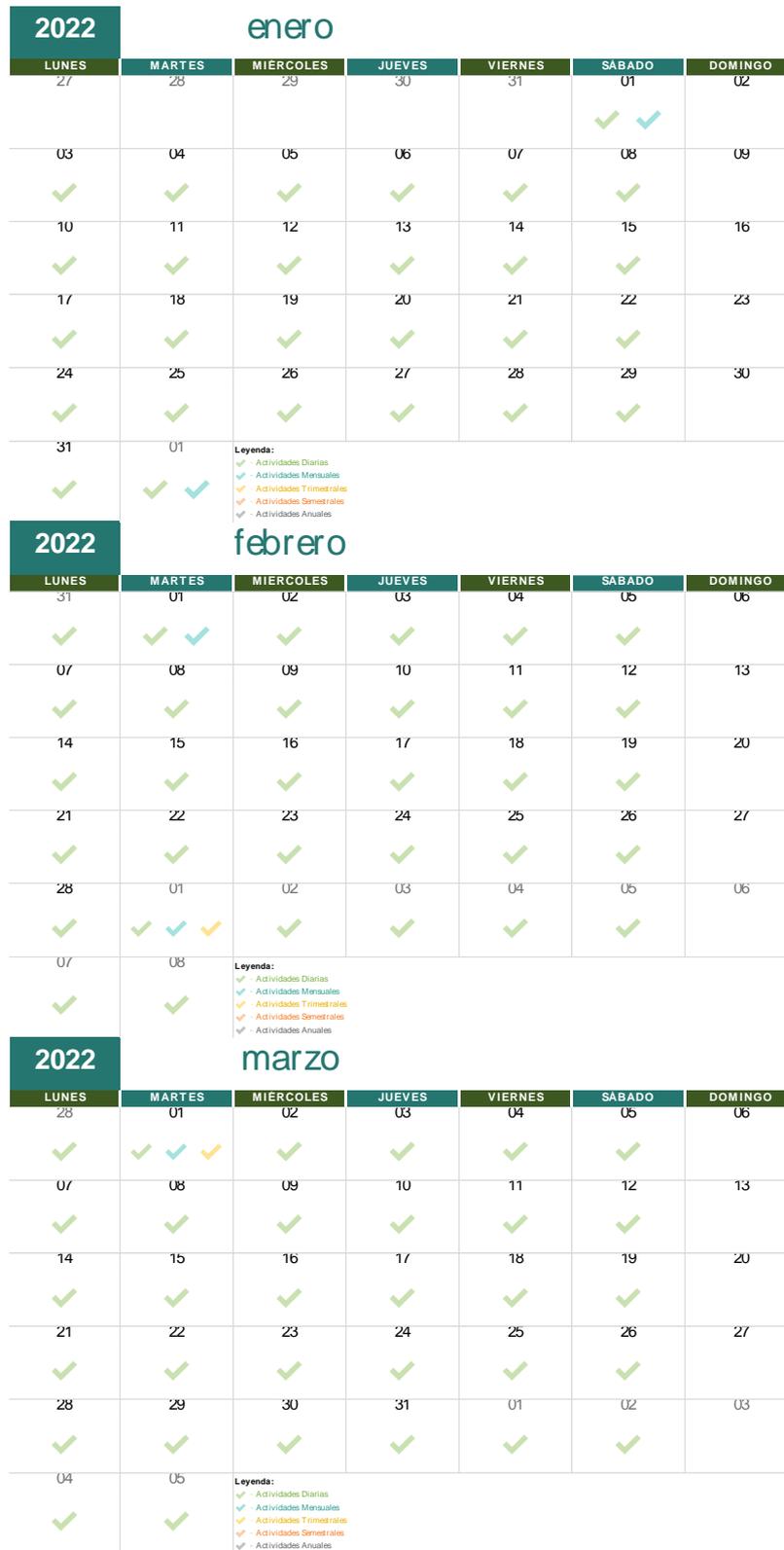


Figura 60 Distribución de actividades para los meses desde enero-marzo.

Fuente: (Autores)



Figura 61 Distribución de actividades para los meses desde abril-junio.

Fuente: (Autores)



Figura 62 Distribución de actividades para los meses desde julio-septiembre.

Fuente: (Autores)

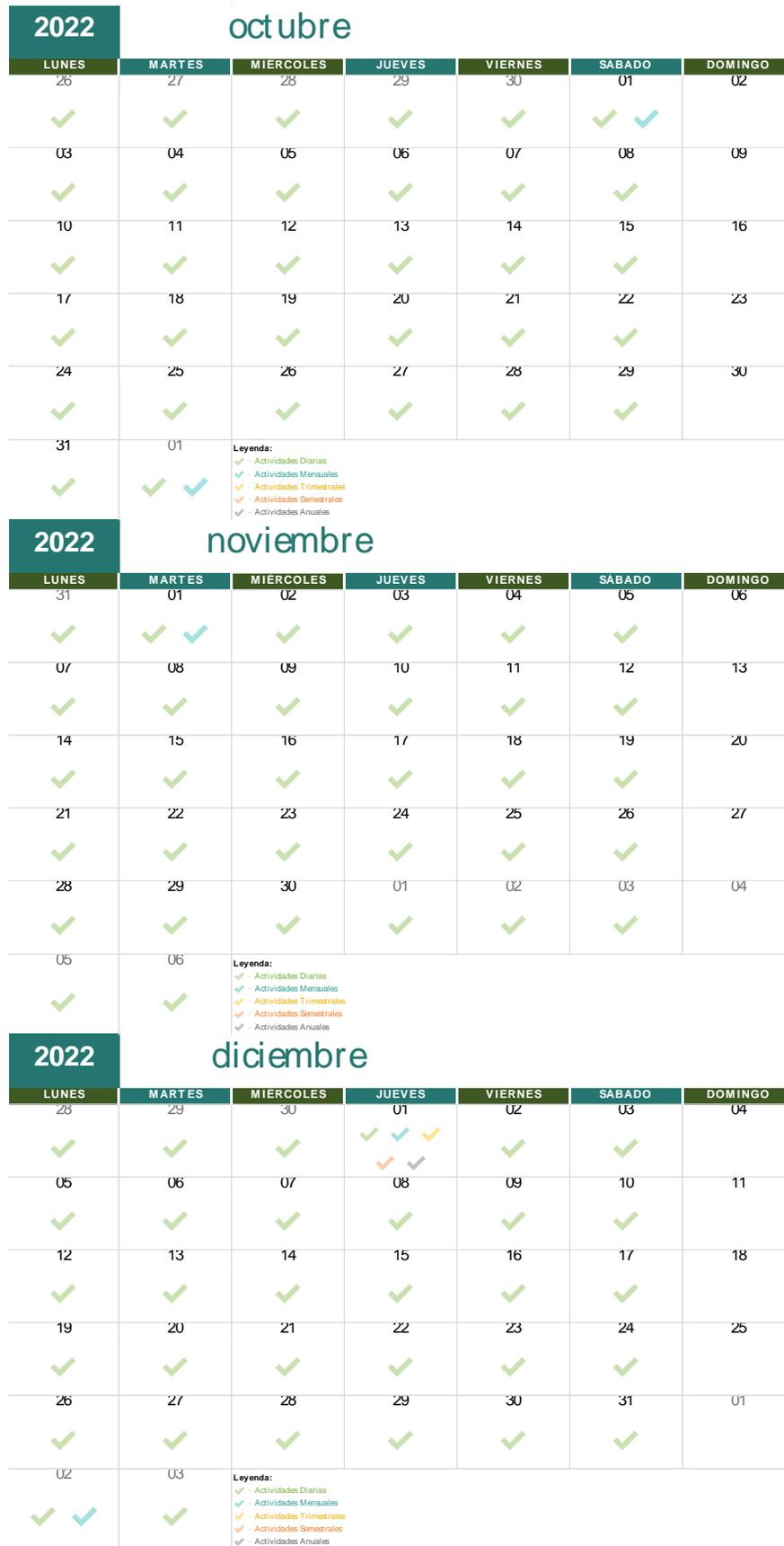


Figura 63 Distribución de actividades para los meses desde octubre-diciembre.

Fuente: (Autores)